

المملكة العربية السعودية
وزارة الشئون البلدية والقروية
وكالة الوزارة للشئون البلدية
الإدارة العامة لصحة البيئة
إدارة المواد الغذائية

كتيب عن
الأغذية المعدَّلة وراثياً

١٤٣١هـ / ٢٠١٠م





ح وزارة الشئون البلدية والقروية، ١٤٣١هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

وزارة الشئون البلدية والقروية

كتيب عن الأغذية المعدلة وراثياً. / وزارة الشئون البلدية والقروية. -

الرياض، ١٤٣١هـ

٦٨ ص؛ ١٦,٥ × ٢٤ سم

ردمك: ٧-٤٤-٨٠٠٨-٦٠٣-٩٧٨

١ ـ تقنية الأغذية ٢ ـ هندسة الوراثة أ. العنوان

ديوي ٦٦٤,٠٧ ١٤٣١/٥٤٠

رقم الإيداع: ١٤٣١/٥٤٠

ردمك: ٧-٤٤-٨٠٠٨-٦٠٣-٩٧٨



المملكة العربية السعودية
وزارة الشئون البلدية والقروية
وكالة الوزارة للشئون البلدية
الإدارة العامة لصحة البيئة
إدارة المواد الغذائية

كتيب عن
الأغذية المعدَّلة وراثياً

١٤٣١هـ / ٢٠١٠م

قائمة المحتويات

تقديم

نظراً للتقدم الهائل الذي تشهده جميع دول العالم والتطور المستمر في الأساليب والتقنية في إنتاج وتصنيع الأغذية فقد حرصت حكومة خادم الحرمين ممثلة في وزارة الشئون البلدية والقروية على تقديم أغذية صحية وآمنة بهدف حماية صحة المستهلك.

إلا أنه ما زال هناك بعض الأغذية التي تحتاج إلى مزيد من الدراسة والاهتمام والتي حتى الآن لم يحسم الجدل حولها من حيث مستوى الأمان والسلامة التي يجب توافرها حتى تصبح آمنة للاستهلاك وهي الأغذية المعدَّلة وراثياً.

وإقـراراً بالخُطى السريعة التي يسير عليها التطور في حقل التقنية الحيوية فمن الـواجب إخضـاع منهج تقييمات السلامة للأغذية المستمدة من التقنية الحيوية الحديثة للمراجعة عند الضرورة لضمان إدراج المعلومات العلمية الناشئة حديثاً ضمن تحليل المخاطر. وعندما تصبح معلومات علمية جديدة ذات علاقة بتقييم المخاطر متوفرة، فيجب التقييم لإدخال تلك المعلومات، والعمل عند الضرورة على تكييف تدابير إدارة المخاطر تبعاً لها.

ولذلك تم إعداد هذا الكتيب ليلقي نظرة على الأغذية المعدَّلة وراثياً وإن هدف تقييم السلامة هو عبارة عن خلاصة حول كون الغذاء المعني آمناً مثل نظيره التقليدي مع الأخذ في الاعتبار الأثر على النظام الغذائي لأية تغييرات في المحتوى الغذائي أو الصحة الغذائية.

والله ولي التوفيق،،،

وكالة الوزارة للشئون البلدية

١. مقدمة:

الأغذية المعدَّلة وراثياً هي أحياء حورت مورثاتها بتدخل من الإنسان باستعمال أي طريقة ينتج عنها إدخال، أو إعادة ترتيب، أو إزالة للمادة الوراثية من جينوم[١] الكائن الحي.

يطلق البعض على الأغذية المعدَّلة وراثياً غذاء فرانكشتاين على اعتبار أنها قد تسبب ضرراً بالإنسان الذي يستهلكها، ويفيد علماء البيولوجي (علم الأحياء) بأن معظم الغذاء المنتج حالياً – إن لم يكن كله – قد أنتج بالتحوير والتغيير في طبيعة الغذاء على مدى الزمن. فمثلاً استطاع الإنسان أن يساعد على أقلمة أنواعاً من الحشائش حيث أمكن زراعتها في الأراضي وفيرة المياه وأطلق على هذه الحشائش فيما بعد اسم «الأرز» وكان ذلك منذ سبعة آلاف سنة في شرق آسيا.

كما تم هجن القمح الأمريكي ليكون طويل السيقان ليتناسب وطرق الجمع والحصاد الآلية المتبعة بكثرة هناك. وكذلك البطاطس فهي ناتج تطور نبات نشوي مصدره قبائل الإنكا في جبال الإنديز. أما بالنسبة للحيوانات فقد تم إنتخاب سلالات حيث دُجنت الماعز وتلاها تدجين الماشية بأنواعها والخيل والحمير والإبل والديك الرومي بعد أن كانت جميعها حيوانات (أو طيور) برية غير مستأنسة حيث أصبحت الآن تربى في قطعان داخل المزارع، وهكذا.

الهندسة الوراثية أداة قوية لتحسين نوعية المحاصيل وإنتاجيتها، وتخفيض العمالة واستخدام الموارد الزراعية. وتتم الهندسة الورائية التلقيدية إما عن طريق التحول بوساطة بكتيريا «Agrobacterium» أو عن طريق التحويل المباشر بقصف الجسيمات باستخدام مسدس (مدفع) الجينات.

---

(١) الجينوم هو كامل المعلومات الوراثية المشفرة ضمن الدنا "DNA" (وأحيانا ضمن الرنا "RNA" كما في حالة الفيروسات). يحوي الجينوم على مجموعة جينات أو ما يدعى أيضا بالمورثات إضافة لتسلسلات غير مكودة من الدنا "DNA" نفسه. لقد تم صياغة هذا المصطلح عام ١٩٢٠ من قبل هانس وينكلر "Hans Winkler" أستاذ علم النبات في جامعة هامبورج بألمانيا كدمج للكلمات "gene and chromosome". بشكل أكثر دقة فإن الجينوم هو كامل تسلسل الدنا "DNA" ضمن مجموعة وحيدة من الكروموسومات.



وتمتلك الدول الصناعية التقنيات المتقدمة لإنتاج مثل هذه الأغذية المعدَّلة وراثياً وفي مقدمة تلك الدول الولايات المتحدة الأمريكية حيث تقوم بإنتاج ما يقرب من (٦٨٪) من إجمالي تلك الأغذية تليها الأرجنتين ويمثل إنتاجها (٢٣٪) ثم كندا وتنتج (٧٪) والصين (١٪) وتمثل باقي الدول الواحد بالمائة المتبقية وهي جنوب أفريقيا وأستراليا ورومانيا والمكسيك وبلغاريا وأسبانيا وألمانيا وفرنسا وأرجواي.

ويزداد إنتاج المحاصيل المعدَّلة وراثيا زيادة مطردة حيث إن المساحة المنزرعة بتلك المحاصيل تمثل (٣٣,٥٪) من إجمالي المساحة المنزرعة وباقي المساحة تزرع بالمحاصيل التقليدية وذلك في الدول الصناعية والدول المتقدمة على حين تمثل تلك المساحة (١٠,٧٪) فقط في بقية الدول خصوصا النامية منها.

ومن أكثر المحاصيل المعدَّلة وراثياً والتي تزرع حالياً على نطاق واسع: فول الصويا والذرة والبطاطس والقرع العسلي والبطيخ والطماطم والقطن والكانولا (التي يستخرج منها زيت الشلجم) حيث يمثل فول الصويا (٥٨٪) من إجمالي المحاصيل المنتجة بالتعديل الوراثي يليه الذرة وتمثل (٢٣٪) ثم القطن (١٢٪) وأخيراً الكانولا (٦٪).

لقد انقسمت الآراء حول استخدام المحاصيل المعدَّلة وراثياً كغذاء للإنسان بين مؤيد ومعارض فالمؤيدون يرون أن تلك التقنية ظهرت لتخدم الإنسان ولقد حدد هؤلاء المؤيدون فوائد استخدام هذه التقنيات في إنتاج الغذاء في:

أ- إنتاج نباتات مقاومة للأمراض النباتية والفيروسات التي تسبب تلفها وتؤثر بالسلب على إنتاجية هذه المحاصيل.

ب- إنتاج حبوب وبقول تمتاز بارتفاع نسبة البروتين وزيادة محتوى هذا البروتين من الأحماض الأمينية الأساسية التي تفتقر إليها البروتينات النباتية عموماً، الأمر الذي جعل استخدامها محدوداً تغذوياً، فيما مضى، مقارنة بالبروتينات الحيوانية بمعنى آخر حدوث تطور كمي ووصفي في المحتوى البروتيني لتلك النباتات.

ج- إنتاج حبوب بن خالية من الكافيين.

د- إنتاج محاصيل ذات إنتاجية عالية وخصائص تغذوية مميزة.

هـ-زيادة المحتوى الزيتي لمحاصيل البذور الزيتية مثل الصويا والقطن والكانولا.

و- إنتاج طماطم تتميز بارتفاع محتواها من الصبغات النباتية حيث تؤدي صبغات الطماطم لخفض نسبة الكوليستيرول في دم الإنسان.

على حين يسوق المعارضين لاستخدامات تلك الأغذية الكثير من الأسباب التي تدفعهم لرفض تلك الأغذية المعدَّلة وراثياً منها:

أ- قد تسبب البروتينات الناتجة عن نقل الجينات حساسية وتأثيرات صحية غير مرغوب فيها للإنسان.

ب- قد ينشأ عن عدم ضبط الجين الوافد للجسم والمستخدم في التحوير أو التعديل الوراثي بعض التغيرات الكيميائية لا يمكن التنبؤ بتأثيراتها المستقبلية، والتي من المحتمل أن تسبب سمية أو آثار سامة لبعض المستهلكين.

ج- إنتاج هرمون (عامل نمو) نشط جدا يعمل بتركيزات منخفضة للغاية ويسبب أضراراً بالغة للإنسان عند وصوله للجهاز الهضمي له مما يتطلب معه العناية الفائقة عند تداول تلك الأغذية.

د- قد تحتوي بعض تلك النباتات على مادة قد تسبب إجهاضاً للحوامل.

هـ- قد يحتوي نبات الذرة المعدل وراثيا على مادة الأفدين وهي مبيد حشري ويسبب أعراض نقص الفيتامينات في الجسم وقد يحتوي نفس النبات على مادة أخرى تسبب تجلط الدم وتسبب أمراضاً في البنكرياس في كلٍ من الإنسان والحيوان.

وعلى وجه العموم فإن التقنية الحيوية توفر أدوات فعالة لتحقيق التنمية المستدامة لقطاعات الزراعة المختلفة ومصايد الأسماك والغابات والصناعات الغذائية المختلفة والتي ثبت قدرتها على تحقيق تقدم هائل في خفض نسبة المعاناة من نقص التغذية.

لقد بدت التقنية الحيوية تحتل مكان الصدارة وأصبحت أحد الصناعات العظمى للنمو في اقتصاديات العالم مساهمة بذلك في زيادة التجارة بين الدول في عدد هائل ومتزايد من المنتجات الزراعية الغذائية والأعلاف والأدوية الحيوانية والبشرية



إلى آخره. وحيث إن صناعة التقنية الحيوية تتضمن قدر هائل من التجديد والإبداع الفكري المتعدد، فإن استمرار نموها أصبح حتمياً وذلك إذا ما اطمأن المستهلكين والمستثمرين لأمان منتجات هذه الصناعة على صحة الإنسان والبيئة بتطبيق تشريعات دقيقة للأمان الحيوي.

وفي ظل هذه الأجواء الاقتصادية والتشريعية ورغبة الشعوب النامية في الاستفادة من هذه التقنيات، فإنه يتحتم على هذه الشعوب أن تعي طبيعة الصعوبات المنتظر مواجهتها مثل عدم توافر الكوادر الفنية والقانونية اللازمة للبحث والتطوير في المجالات المختلفة للتقنية الحيوية وعدم توافر البنية الأساسية واللوائح المناسبة والمحكمة لتنظيم الأمان الحيوي وعدم إمكانية الحصول على الوسائل التقنية اللازمة والتي في معظم الأحيان تقع تحت حماية حقوق الملكية الفكرية لدول أخرى خاصة الدول المتقدمة.

وبالإضافة لهذا فإن الدول المتقدمة والشركات متعددة الجنسيات التي تستثمر في تطبيقات التقنية الحيوية أصبحت حريصة كل الحرص على أن تجرد الدول النامية من تنمية تطبيقات هذه التقنيات حتى تبقى شعوبها سوقاً استهلاكياً لمنتجاتها. وأمام هذا المأزق الحضاري بدأ القلق في التصاعد لدى الدول النامية تجاه ما تواجهه من سياسات ونوايا الدول المتقدمة في هذا الشأن وأصبح ملجأها الوحيد هو استعمال مفهوم الأمان الحيوي كسبب أو حاجز فني يمكن استعماله ضد واردات الدول المتقدمة من منتجات التقنية الحيوية. وفي سبيل ذلك أصرت الدول النامية على أن يصبح الآمان الحيوي موضوع أساسي في صلب وروح مبدأ التجارة الحرة ضمن اتفاقية الـ «جات GATT» حتى تتمكن الدول المستوردة من منع دخول واردات التقنية الحيوية استناداً لمبدأ الاحتياط الوقائي وحيث إن معظم الدول المستوردة لهذه المنتجات وخاصة الدول النامية ليس لديها الكفاءات اللازمة والبنية الأساسية والموارد الكافية لمناقشة درجة أمان هذه الواردات، فقد أصبحت هذه الدول في مأزق اقتصادي وتقني كبير جعلها مضطرة لأن تكون مستقبلة لهذه المنتجات دون

أن تستطيع التأكد من سلامة أي منها. ومما يؤكد ذلك افتقار هيئة الرقابة على الصادرات والواردات بمعظم الدول النامية للكوادر المدربة والأجهزة والتجهيزات اللازمة لحسم مسألة الأمان الحيوي فيما تتعامل معه من واردات حتى الآن وهو الأمر الذي جعلها دون قصد تقف عاجزة عن قيامها بالدور المنوطة به في هذا الشـــأن مما يؤدي غالبا إلى تجاوز مبدأ الأمان الحيوي عند استيراد هذه المنتجات.

وهكذا، يمكننا إجمال أهم المخاطر المحتملة الناتجة من التقنية الحيوية المتعلقة بالأغذية المُحوَّرة وراثياً فيما يأتي:

أ- مخاطر على صحة الإنسان.

ب- مخاطر على البيئة.

ج- مخاطر اقتصادية اجتماعية.

د- مخاطر تعدي حدود أخلاقيات المجتمع.



٢. التعاريف:

إجراءات التحكم البيئية (Environmental Control Measures):

الطرق والأساليب التي تسمح باستعمال الظروف البيئية لتقييد تكاثر الأحياء المهندسة وراثياً ومنتجاتها خارج المناطق التجريبية مثل ضبط الحرارة، الرطوبة، الفترة الضوئية،....

إجراءات التحكم البيولوجية (Biological Control Measures):

الوسائل البيولوجية (الحيوية) المتخذة لتقييد البقاء والانتشار والأثر المتبقي من الأحياء المهندسة وراثياً ومنتجاتها خارج منطقة التجربة، ولتقييد نقل المواد الوراثية من الأحياء المهندسة وراثياً إلى أحياء أخرى.

إجراءات التحكم الفيزيائية (Physical Control Measures):

الوسائل الفيزيائية المتعمدة لتقييد البقاء والانتشار للكائن الحي المهندس وراثياً ومنتجاته إلى خارج المناطق التجريبية.

أحياء أبوية (Parental Organisms):

تشير إلى الأحياء الأساسية (بما فيها الإنسان) التي ستستقبل المادة الوراثية المدخلة، أو التي عدل جينومها بإزالة مادتها الوراثية أو إعادة ترتيبها.

أحياء مُحوَّرة وراثياً (Genetically Modified Organisms "GMOs"):

هي أحياء حورت مورثاتها بتدخل من الإنسان باستعمال أي طريقة ينتج عنها إدخال، إعادة ترتيب أو إزالة للمادة الوراثية من جينوم الكائن الحي.

إدارة المخاطر (Risk Management):

الإجـراءات المصممة لضمان الأمـان عند التعامل مع الأحياء المهندسة وراثياً واستعمالها وإطلاقها إلى الوسط البيئي.

إطلاق أحياء مهندسة وراثياً إلى البيئة
(Environmental Release of Genetically- Engineered Organisms):

الأبحاث، والإنتاج، والتطبيق، للأحياء المهندسة وراثياً في النظام المفتوح وتتضمن الإطلاق إلى النظام البيئي الطبيعي، مثل الأراضي الزراعية، المراعي، الغابات، المسطحات المائية، ....

إطلاق إلى البيئة (Release into the Environment):

استعمال المنتج المعدل وراثياً خارج نطاق الاحتواء الفيزيائي العادي/ كالمناطق المغلقة، المختبرات، المشاتل، وحدات التخمير، أو أي مبانٍ مغلقة، وذلك تحت ظروف الأمان الحيوي الموضوعة من قبل اللجنة أو الهيئة الوطنية للأمان الحيوي.

آفة (Pest):

أي شكل من أشكال الحياة النباتية أو الحيوانية أو الميكروبية المؤذية للنبات أو الضارة بالحيوان أو الإنسان.

أمان حيوي (Biosafety):

السياسات والإجراءات المتبعة للتأكد من التطبيق الآمن للتقنية الحيوية في البيئـة.

احتواء (Confinement):

الإجـراءات التي تعيق أو تحد من بقاء أو انتشار الأحياء أو منتجاتها في الأبحاث المتعلقة بالإدخال المتعمد للأحياء إلى البيئة.



المورثة الهدف (Target Gene):

هي المورثة المسئولة عن تحوير التركيب الوراثي للخلايا المستقبلة أو تلك المورثة المسئولة عن التعبير عن المعلومات الوراثية للخلايا المستقبلة.

بلازميد (Plasmid):

جزيء "DNA" حلقي غير كروموزومي ذو قدرة على التضاعف الذاتي، يكون موجوداً بحالة استقلال ذاتي، وينتقل بشكل مستقل عن الكروموزومات، ويحمل عدداً من الصفات الوراثية.

بيئة (Environment):

التربة والماء والهواء والكائنات الحية كافةً المتشاركة معها أو التي تعيش فيها.

تحوير (تحول) وراثي (Transformation):

إدخال واحدة أو أكثر من المورثات المانحة لعدد من الصفات المفترضة المفيدة غالباً، إلى الأنواع النباتية أو الحيوانية.

تعرض (Exposure):

شدة وتكرار وأمد الاتصال مع العوامل البيئية.

تقنية حيوية (Biotechnology):

أي تقنية تستخدم الكائنات الحية، مجموعها أو أجزاء منها أو مواد من هذه الأحياء لإنتاج أو تحوير منتج، لتحسين النباتات أو الحيوانات أو لتطوير أحياء دقيقة لاستعمالات معينة.

الأحماض النووية:

يوجد نوعان من الأحماض النووية هما: الحمض النووي الريبي منقوص الاكسجين "DNA"، والحمض النووي الريبي «RNA». يتركب الحامض النووي من ثلاث أجزاء رئيسية هي: السكر الخماسي، و مجموعة فوسفات - حمض الفوسفوريك، وقواعد نيتروجينية.(السايتوسين والجوانين والثايمين والادنين وأيضاً اليوراسيل في «RNA».

الدنا (DNA):

حمض نووي (الحَمْن[1]) يحتوي على التعليمات الوراثية التي تصف التطور الأحيائي للكائنات الحية ومعظم الفيروسات كما أنه يحوي التعليمات الوراثية اللازمة لأداء الوظائف الحيوية لكل الكائنات الحية. يعتبر التخزين الطويل الأجل للمعلومات الوراثية هو الوظيفة الأساسية لجزيئات الحمض بالإضافة إلى أنه يمكن من خلال هذه الجزيئات الحصول على المعلومات اللازمة لبناء البروتينات وجزيئات الحمض الرِّيِّبِيّ النّووي "RNA".

الرنا (RNA):

هو تعبير مختصر لـ (الحمض الريبي النووي "Ribonucleic acid")، وهو عبارة عن بوليمر (جزيئات عديدة أو عديد جزيئات) حمضي نووي مؤلف من ارتباط تكافؤي

---

(١) كيميائياً، يعتبر الحَمن بوليمر (عديد جزيئات) يتكون من وحدات بناء تسمى النَّوِيدَات "nucleotides" وكل نوويد يتكون من ثلاثة جزيئات هي:سكر ريبي (منقوص الأكسجين) "deoxyribose"، مجموعة الفوسفات "phosphate" وقاعدة نيتروجينية (من النيتروجين nitrogen) (احدى قواعد البيورين او البريميدين) ويتم اتصال جزيئات السكر والفوسفات بشكل متتابع لتكوين ما يعرف بهيكل سكر الفوسفات بحيث تتصل مجموعة الفوسفات بذرّة الكربون "5 carbon" لسكر النوويد التي تتبع لها عن طريق رابطة تساهمية وبذرة الكربون (٣) لسكر النوويد التالي عن طريق رابطة استيرية ويتم ارتباط القواعد النيتروجينية على هيكل سكر الفوسفات عن طريق ارتباطها بذرة الكربون (١) على جزئ السكر المقابل. ويعطي تتابع القواعد النيتروجينية على طول هيكل سكر الفوسفات في جزئ الحمن شفرات يمكن من خلالها تحديد تتابع الأحماض الأمينية "amino acids" للبروتين المقابل وتم ذلك كما يلي:يتم نسخ جزيء حرن مقابل لجزيء الحمن المحتوي على شفرة البروتين في عملية تسمى بعملية النسخ "transcription" ويتم ترجمة الشفرات إلى أحماض أمينية مقابلة خلال عملية الترجمة "translation" لتعطي البروتين المقابل. وليس بالضرورة أن يتم ترجمة الشفرات إلى بروتين اذ ان بعض جزيئات الحرن تدخل في تركيبات مثل الريبوسومات "ribosomes" والاسبليسوسومات "spliceosomes". ينتظم الحمن داخل الخلية في تركيبات تسمى الصِّبْغِيّات "chromosomes" والصبغيات في مجموعها تكون ما يعرف بالجينوم "Genome" (المحتوي الجيني او الصبغي للخلية). قبل انقسام الخلية تتضاعف الصبغيات فيما يعرف بتضاعف الحمن "Replication" ويتم ذلك في كل من اوليات النوى "prokaryotes" وفي حقيقيات النوى "eukaryotes".



لمجموعة من النويدات "nucleotides". تتميز نويدات الرنا عن نويدات الدنا بأنها تحوي حلقة ريبوز كما تضم يوراسيل، في حين تحوي نويدات الدنا: ريبوز منقوص الأكسجين "deoxyribose" وثايمين. يتم تخليق الحمض النووي الريبي عن طريق عملية النسخ الوراثية اعتماداً على بنية المورثات في الدنا بوساطة أنزيمات تدعى رنا بوليميراز ثم تجرى عليها تعديلات أخرى بوساطة أنزيمات أخرى. تعمل الرنا كقالب لترجمة الجينات إلى بروتينات، وأيضا كناقل للأحماض الأمينية إلى الريبوسومات "ribosomes" لتشكيل البروتينات، وأيضاً هو مكون أساسي في بنية الريبوسوم.

تقنية الدنا المصنوع أو المولَّف أو المهجن

:(Recombinant DAN-r-DNA Technology)

التقنية التي يقوم بها الإنسان بقصد تحوير البنية الوراثية للكائن الحي باستعمال نظام النواقل "vectors" أي أنها تقنية معملية تربط الدنا "DNA" مع دنا الناقل باستعمال بعض الخمائر (الأنزيمات)، ومن ثم يتم إدخال الدنا المصنوع "rDNA" إلى الخلية المستقبلة بهدف إكثار الدنا الغريب وإظهار تعبيرها الوظيفي (أطلق عليه بعض الباحثين العرب لفظة الدنا المأشوب).

النبات ذو الدنا "DNA" المترابط: هو النبات الذي تم تحوير مادته الوراثية من خلال تقنيات الحمض النووي خارج الجسم (والتي تتم في أنابيب الاختبار) بما في ذلك الحمض النووي المترابط والحقن المباشر للحمض النووي داخل الخلايا.

المورثة أو الجين (جمعها مورثات وجينات Genes):

هي الوحدات الأساسية للوراثة في الكائنات الحية. فضمن هذه المورثات يتم تشفير المعلومات المهمة للوظائف العضوية (المتعضية organism) الحيوية. تتواجد المورثات عادة ضمن المادة الوراثية للمتعضية التي تمثلها الدنا أو الرنا في بعض الحالات النادرة، بالتالي فإن هذه المورثات هي من تحدد تطور وسلوكيات هذه

المتعضية والفوارق بين أفراد في صفات الجنس الواحد يمكن أن تعزى للفوارق في المورثات التي تحملها هذه الأفراد، فالمورثة تعتبر قطعة من إحدى سلسلتي الدنا "DNA" تحتل موضعا معينا على هذه السلسلة وتحدد المورثة بعدد النوكليوتيدات الداخلة في تركيبها ونوعها وترتيبها، وهي قابلة للتغير نتيجة الطفرات. تنتقل المادة الوراثية من جيل لآخر، خلال عملية التكاثر "reproduction"، بحيث يكتسب كل فرد جديد نصف مورثاته من أحد والديه والنصف الآخر من الوالد الآخر. في بعض الحالات يمكن للمادة الوراثية أن تنقل بين أفراد غير أقرباء بعمليات مثل "transfection" أو عن طريق الفيروسات. بشكل أساسي، تحوي المورثات المعلومات الأساسية لبناء البروتينات والإنزيمات والمواد الحيوية اللازمة للعضوية ووظائفها. المورثات "Genes" هي تسمية قطع الحمض أو الحمض النووي التي تحمل معلومات وراثية يمكن ترجمتها لبروتينات كما أن لبعض المورثات الأخرى أغراض تركيبية وتنظيمية.

النظير التقليدي:

هو أي نبات ذو قرابة وثبت سلامة مكوناته أو منتجاته كغذاء شائع الاستعمال.

تقييم المخاطرة (Risk Assessment):

تقييم المخاطرة الناجمة من إدخال الكائن الحي المهندس وراثياً ذو الدنا المصنوع (المأشوب) إلى البيئة أو النظام البيئي الطبيعي أو المدار من قبل الإنسان.

تنوع حيوي (Biodiversity):

تنوع الكائنات الحية، من أي مصدر بيئي، أرضي أو مائي ويتضمن التنوع ضمن كل نوع وبين الأنواع والأنظمة البيئية.



حيوانات (Animals):

هي مجموعة أساسية من الكائنات الحية تصنف باعتبارها مملكة حيوية مستقلة باسم مملكة الحيوانات "Animalia أو Metazoa"، وتتصف الحيوانات بشكل عام بأنها عديدة الخلايا، قادرة على الحركة والاستجابة للمتغيرات البيئية، وتعتبر كائنات مستهلكة كونها تتغذى على الكائنات الأخرى من نباتات وحيوانات.

عائل (Host) مُعدّل:

هو ذلك الكائن الحي الذي عدلت مادته الوراثية بتحوير جزء منها أو إدخال جزء من مادة وراثية غريبة إليها أو بالطريقتين معاً.

كائن حي (Organism):

أي كينونة بيولوجية خلوية، ذات مقدرة على الاستمرار ذاتياً والاستجابة للقوى التطورية.

كائن حي مستقبِل (Recipient Organism):

الكائن الحي الذي يستقبل المادة الوراثية من الكائن المانح.

كائن ممرض (Pathogen):

كائن حي قادر على أن يسبب المرض.

مادة مُحوَّرة وراثياً (Transgenic Material):

أنماط وراثية معدَّلة صناعياً قادرة على نقل المورثات المصنوعة (المأشوبة) إلى أحياء أخرى.

مادة وراثية (Genetic material):

أي مادة حية نباتية أو حيوانية أو ذات أصل ميكروبي أو من أي مصدر حي آخر وتحتوي على وحدات توريث وظيفية. تعتبر المادة الوراثية هي الأهم في الخلية، ومجموع تلك المادة الوراثية هو ما يدعى بالمجين أو الموروث "Genome" الذي يتوزع على (٢٣) زوج من الصبغيات "Chromosomes"، ويتكون كل صبغي من سلسلتين من مادة الدنا "DNA" أو الحمض النووي منقوص الأوكسجين، وإن المكونة الأساسية في بناء سلسلة الدنا هي مادة تدعى النوويد "Nucleotide" الذي له أنواع أربعة، ويرتبط كل نوويد مع نوويد مقابل له من السلسلة المقابلة ليشكلا وحدة أو زوجاً من قواعد النوويد. يتألف الموروث البشري (المجين) من (٣) مليارات من هذه الوحدات أو الأزواج القاعدية من الدنا، وكل الأهمية تكمن في تلك القواعد لأن تسلسلها على طول سلسلة المادة الوراثية هو الشيء الوحيد الذي يؤدي لاختلاف التركيب.

جينوم (Genome):

هو كامل المعلومات الوراثية المشفرة ضمن الدنا (وأحياناً ضمن الرنا كما في حالة الفيروسات). يحوي الجينوم على مجموعة جينات أو ما يدعى أيضا بالمورثات إضافة لتسلسلات غير مكودة من الدنا نفسه. تم صياغة هذا المصطلح عام ١٩٢٠ من قبل (هانس وينكلر"Hans Winkler") بروفسور علم النبات في جامعة هامبورغ، ألمانيا كدمج للكلمات "gene and chromosome". بشكل أكثر دقة فإن الجينوم هو كامل تسلسل الدنا ضمن مجموعة وحيدة من الكروموزومات.

مخاطر بيئية (Environmental Hazards):

هي المخاطر التي تنشأ عادة عن الظروف أو المواد أو الأحياء غير المرغوب فيها في موقع ما أو ظروف معينة وتكون لتلك المخاطر مقدرة على إحداث تغير غير مرغوب في النظام البيئي.



مخاطرة (Risk):

مجموع احتمال حدوث خطر حيوي مع شدة هذا الخطر. (الاحتمال × الخطر).

منتجات الهندسة الوراثية (Genetic Engineering Products):

مكونات أو منتجات الحياة المهندسة (المعدَّلة) وراثياً، الناجمة عن تعبير المورثة المقصودة في الأحياء المحدد تغييرها أو تهجينها.

منشأة احتواء (Contained facility):

أبنية (مثل المختبرات أو البيوت المحمية) والتي تحيط بالأحياء بهدف التقييد الفعال لحركتها والحد من انتقالها إلى خارج هذه البنية.

ناقل (Vector):

كائن حي أو مادة أو أي وسيلة أخرى تستعمل لنقل المادة الوراثية من كائن حي ناقل إلى الكائن الحي المستقبل، أو هو الوسيلة التي تستخدم لنقل المادة الوراثية من كائن حي ناقل إلى كائن حي مُستقبِل وقد تكون تلك الوسيلة كائن حي أو أي مادة أخرى.

نظام تحكم (Control System):

نظام عمليات الاحتواء أو شبه الاحتواء المؤسس عن طريق التحكم البيولوجي أو الفيزيائي. وأي نظام لا يتوافق مع الشروط البيئية لتقييد تكاثر الأحياء يدعى بالنظام المفتوح.

هندسة وراثية (Genetic Engineering):

التقنيات المستعملة مختبرياً في معاملة الحمض النووي الريبي منقوص الأكسجين (الدنا DNA) والحمض النووي الريبي (الرنا RNA) ويتم تطبيقاتها خارج الجسم "in vitro" (أي داخل وسط صناعي بأنابيب الاختبار) أو على الكائن الحي تحت ظروف مختبريه خاصة، أو تعرف على أنها المصطلح العام للإجراءات التي تؤدي إلى التعديل المباشر في نمط مورثة الكائن الحي. لقد بدأ تداول مصطلح «هندسة وراثية» بين الناس منذ ستينات القرن العشرين لتشكل تلك الهندسة في ذاتها فتحاً علمياً حقيقياً يعتمد على مادة الحياة وهي الخلية وبداخلها الجينات ويشارك فيها ثلاثة علوم أساسية هي علوم الوراثة والخلية والأجنة وتقوم الهندسة الوراثية على فكرة التحكم في الجهاز الوراثي للإنسان ومن ثم إمكانية برمجة الجنس البشري وفق تصميمات معدة سلفاً.



٣. وضع التحوير الوراثي في عالم اليوم:

يمكن القول بأن الدول المتقدمة إما منتجة، أو مستهلكة، أو منتجة ومستهلكة في آن واحد للمواد المُحوَّرة وراثيا. إن المساحات المصرح بها قد عرفت تطورا مذهلا خلال سنوات قليلة، حيث قفزت من (٢) مليون هكتار سنة ١٩٩٦م إلى أكثر من (٥٢) مليون هكتار سنة ٢٠٠١م وهي موزعة - حسب البلدان – كما يلي: أمريكا (٦٨٪)، الأرجنتين (٢٢ ٪)، كندا (٦ ٪) والصين (٣٪). وهذه المساحات السالف ذكرها مرشحة للتضاعف خلال العقد القادم. ومما يعبر عن الأهمية الاقتصادية للنباتات المعدَّلة وراثياً، فقد زُرِعت تلك المساحات بنسب متفاوتة من المواد النباتية على النحو التالي: فول الصويا (في نحو ٦٣٪ من المساحات المذكورة) والذرة (١٩٪) والقطن (١٣٪) والكانولا (٥٪ من تلك المساحات). جدير بالذكر أن قائمة النباتات المُحوَّرة وراثياً طويلة جدا إلا أن الكثير منها لم يمر بعد إلى ميدان الزراعة.

أما من ناحية الخصائص الوراثية المُحوَّرة فهي تتوزع على النحو التالي: مقاومة مفعول مبيدات الأعشاب (٧١٪) ، مقاومة مفعول مبيدات الحشرات (٢٢ ٪)، مقاومة مفعول مبيدات الأعشاب والحشرات معا (٧٪)، مقاومة الفيروسات (١٪)، بينما النوعية الغذائية (٠,٠٪). وهذا يبين أن الجهود الحالية موجهة خاصة نحو الإنتاج الكمي وليس النوعي.

أما قيمة مبيعات المنتجات المُحوَّرة وراثياً فهي أيضاً في تطور مستمر حيث قفزت من حوالي ملياري دولار سنة ١٩٩٨م إلى حوالي (٥) مليارات دولار سنة ٢٠٠٠م والأرقام مرشحة لبلوغ (٢٥) مليار دولار مع حلول سنة ٢٠١٠م.

إن الأغذية المحتمل احتوائها على مركبات مُحوَّرة متعددة (فواكه ، خضروات ، حبوب..) لأنها في أغلب الأحيان مستوردة إما في شكل غذاء أو في شكل بذور، وكذلك كل غذاء يحتوي على عنصر أو أكثر من هذه المواد فهو أيضا مُحوَّر (دقيق، زيوت، حلويات، نشأ الذرة، أغذية الأطفال والصبية، والزبد النباتي...). هكذا يبدو جليا أن الهروب من هذه المواد صعب للغاية ما دام معظمها مستورد من الخارج وبالتحديد من البلدان الأكثر تقدما وإنتاجا في ميدان التحوير الوراثي.

٤. الفوائد والمبررات:

إن الرهانات الاقتصادية للمنتجات المُحوَّرة وراثيا كبيرة، حيث تخص بالدرجة الأولى راحة الإنسان ورفاهيته، مما يجعل الكثير من الآمال معلقة عليها خلال هذه الألفية لحل مشكلات الإنسانية من جوع وفقر. لهذا فإن عدة شركات عالمية تستثمر الكثير من رؤوس أموالها في هذا المجال وليس ذلك صدفة لأنها تعلم أن الربح مضمون وأن الذي يضمن غذاء الإنسانية ودواءها سيتحكم في مصيرها لا محالة. لذا فإن مبررات المنتجات المُحوَّرة عديدة ومتشعبة سنذكر هنا الأهم منها.

٤. ١. الدقة في التحسين الوراثي:

الطرق التقليدية المنتهجة في التحسين الوراثي صعبة وطويلة الأمد وينقصها الكثير من الدقة للوصول إلى الخصائص الوراثية المرغوبة، وفي معظم الأحيان قد يستحيل ذلك خاصة إذا تعلق الأمر بأصناف نباتية أو حيوانية لا تربطها علاقة توافق وراثي وهذا رغم استعمال أعداد هائلة من النسل الناتج من برامج التلقيح والتهجين ورغم طول المدة اللازمة لعملية الانتقاء.

أما التحوير الوراثي فإنه يمتاز بدقته العالية في الكشف عن المورثات المسئولة عن الخاصية المرغوبة ثم استنساخها بنقلها بعد ذلك إلى الصنف المراد تحسينه. وهنا يجب التذكير بأنه عدا بعض الاستثناءات القليلة، فإن الشفرة الوراثية واحدة لدى الكائنات الحية، وهو ما قد يمكن العلماء من عبور الحواجز الوراثية بين مختلف أصناف الكائنات الحية فيسهل نقل أي مورث من صنف إلى آخر، ومن نوع إلى آخر، من عالم النبات إلى عالم الحيوان أو العكس، من الكائنات المجهرية إلى النباتات.... وهكذا فإن كل مورث ذي أهمية يمكن عزله، واستنساخه، وحفظه ونقله إلى كائن آخر متى استوجب الأمر ذلك لتحسين خواصه وقدراته بدقة عالية. وهكذا، فإنه يمكن أيضا إضافة خاصية جديدة لأصناف لم تكن تحملها من قبل وهو ما ينطبق على مختلف الكائنات الحية.



٤. ٢. المردود الاقتصادي:

إن أساس تطور المنتجات المُحوَّرة وراثياً هو المردود الاقتصادي العالي وهو المبرر الأول وإلاّ فكيف يمكن تفسير اهتمام الشركات العالمية الكبرى بهذا الفرع الاقتصادي المهم والذي ما تزال تستثمر فيه أموالا خيالية ، ثم لا يجب أن ننسى أن أغلب تلك الشركات كانت في يوم ما وربما ما تزال تنشط في مجال الصناعات الكيماوية (إنتاج المبيدات) ، والآن البعض منها لا يكتفي بإنتاج أصناف مُحوَّرة وراثيا بل وينتج المبيد الذي من أجله وجدت، فيصبح ربحها ربحين. ومن الأدلة الأخرى التي تبين أن المبرر الاقتصادي كبير الأهمية في مجال التحوير الوراثي هو تسابقها المستمر، وخاصة في أمريكا لشراء كل براءات الإختراع حتى وإن كانت غير أخلاقية في بعض الأحيان (سنعود إلى ذلك في موضع آخر) كالأصناف المعقمة مسبقا فلا يمكن استخدامها إلاّ مرة واحدة من طرف المزارعين (Terminator technology). هكذا يبدو واضحاً كل الوضوح أن الهدف الوحيد لدى تلك الشركات هو المنفعة الاقتصادية بل أبعد من ذلك: كالسيطرة على السوق العالمية للبذور، المنتجات الزراعية وحتى الصيدلانية.

٤. ٣. التطبيقات العلمية:

تعتبر علوم الوراثة والكيمياء العضوية، وأخيراً علم الوراثة الجزيئي الأسس النظرية للتحوير الوراثي. فكل هذه العلوم يسّرت للعلماء فكّ وفهم الكثير من ألغاز الكائنات الحية خاصة فيما يتعلق بوظائفها الحيوية، وذلك بفضل الطفرات الموجهة والتي تمكن من استنتاج المورثات والخصائص المتعلقة بها وكذا أثرها على النمط الظاهري لكل مورث. فبفضل علم الوراثة الجزيئي والتحوير الوراثي تم اكتشاف محتوى التركيبة الوراثية للإنسان وكذا للعديد من النباتات لاشك أن كل ذلك سوف يشكل تحولاً هاما في التعامل مع العديد من الخصائص والعوامل في المستقبل.

٤.٤. المحافظة على البيئة:

لاشك أن الأحياء المُحوَّرة وراثياً قد تساهم بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في الحد من تلوث البيئة بل وحتى تخليصها منه وإن لم يكن في البداية ذلك هو المراد من تلك الأحياء. ففي الزراعة مثلا: استعمال أصناف مقاومة للأوبئة والحشرات (حماية وراثية للنباتات) خاصة سيشكل حلاً جذريا للحد من تلويث المحيط، من تربة وماء وهواء ، بالحد من استعمال المبيدات بشتى أنواعها.

كما يمكن تحوير أنواع أخرى من النبات لجعلها قادرة على تخليص الأماكن الملوثة من المعادن الثقيلة إلى غير ذلك وأيضاً يمكن تكوين نباتات منتجة لمواد بديلة ومتحللة عضوياً (بلاستيك عضوي، زيوت عضوية نباتية عالية القيمة، وقود للمحركات..) للكثير من المواد الملوثة المستعملة حاليا وذلك ما يسمى بالجيل الثالث من الأجسام المُحوَّرة وراثياً. ويمكن من جهة أخرى تكوين نباتات أكثر ملائمة للصناعات التحويلية باستعمال كميات أقل من المواد الملوثة التي تدخل في هذه الصناعات كصناعة الورق والنسيج. وهكذا نرى بأن التحوير الوراثي لا يخدم تطور الإنسانية فحسب، بل ويساهم في تحسين البيئة المحيطة به إذا ما استعمل استعمالاً صحيحاً.



٥. تقنيات التحوير الوراثي:

إن التحوير الوراثي في النبات ليس أمراً جديداً، فالبشر منذ آلاف السنين يحتفظون بالبذور من المحاصيل الجيدة ليزرعونها في السنوات القادمة، والتربية والتهجين للنبات أدى إلى ظهور نباتات ذات نمو جيد وثمار ملائمة ومستساغة بل ومرغوبة، ومن هذه الأمثلة نقل الإنسان الطماطم البرية "Lycopersicon" من ثمرة قاسية بحجم حبة الزيتون إلى طماطم كبيرة الحجم وطرية القوام ، ومن نبات بري عشبي يسمى "Teosinte" ذو سنبلة (كوز) لا يتعدى طوله (٢,٥سم) إلى نبات ذو كوز يصل طوله إلى (٣٠سم) من الذرة الصفراء أو البيضاء أو الحلوة. وفي خلال الأربعين عاماً الماضية نجح مربو النبات في إنتاج أصناف من القمح والأرز ذات محصول وفير باستعمال الطرق التقليدية في التربية والتهجين.

أما تقنية الهندسة الوراثية فهي جديدة ومختلفة عن طرق التربية التقليدية والتي يقوم مربي النبات بتهجين المحاصيل مع بعضها والتي تجمعها قرابة، فبهذه الطريقة ينقل مئات من الموروثات إلى المحاصيل بينما في المقابل يقوم مهندسي الوراثة اليوم بنقل مورثات قليلة بين الأجناس إما أن تكون متقاربة أو غير متقاربة فيستطيعون أن يدفعوا بالموروث المرغوب من أي كائن حي وإدخاله فعلياً إلى كائن حي آخر، فيمكنهم إدخال موروث معين من فأر إلى نبات الخس لنحصل على نبات ينتج فيتامين سي أو حتى أن يدخلوا موروثات من فراشة سكروبيا "Cecropia moth" إلى نبات التفاح للوقاية من مرض اللفحة النارية ذلك المرض البكتيري الذي يفتك بأشجار التفاح والكمثرى في العالم. وكما نرى أن الغرض هو إدخال الموروث أو الموروثات من الكائن المتبرع والذي يحمل صفات مرغوبة إلى كائن حي آخر ليس لديه هذه المميزات.

إن علماء الهندسة الوراثية توصلوا بتقنية نقل الموروثات بين الأجناس النباتية إلى ما يسمى «نقل الموروث» في عدة محاصيل غذائية وأطلق عليها محاصيل مُحوَّرة

وراثيا وموجودة حالياً في السوق ومنها الذرة والكوسة والكانولا وفول الصويا والقطن والذي يستخرج منه زيت بذرة القطن، وغيرها كثير من المحاصيل التي حورت وراثياً لمساعدة المزارعين في مجابهة مشكلات الزراعة التقليدية مثل الإصابة بالآفات الحشرية والأمراض الفطرية والبكتيرية ومشكلات الحشائش، وهذه المشكلة الأخيرة نجح العلماء في التغلب عليها بإنتاج محاصيل مُحوَّرة وراثياً نقلت إليها مورثات تمكنها من تحمل رش مبيدات الحشائش التي تقضي على الحشائش والنباتات الأخرى بدون أن تؤثر على هذه المحاصيل. أما المقاومة للحشرات فتم نقل مورثة من بكتيريا التربة "Bacillus thuringiensis" والتي تسمى اختصاراً "Bt" والتي تشكل بروتين سام جداً ليرقات الحشرات وذلك إلى نبات القطن لإكسابه صفة المقاومة للحشرات. وبكتيريا "Bt" معروفة منذ ثلاثون عاما حيث استخدمت لمكافحة الحشرات مثل البعوض والذباب ويرقات الديدان وذلك برش معلق من هذه البكتيريا على النبات للقضاء على الحشرات. ونتيجة لذلك ابتكر الباحثون طريقة لإكساب النبات صفة المقاومة للحشرات باستخدام سم البكتيريا بدلاً من رش المحاصيل بها، ولقد تم عزل المورثة المسئولة عن إنتاج البروتين السام في البكتيريا والذي هو عبارة عن بلورات، وهذه البلورات سامة جداً ليرقات الحشرات وتحتوي على بروتين لا يذوب في الظروف الحمضية ولكن يذوب في الظروف القلوية أو الوسط القلوي كما هو الحال في القناة الهضمية لليرقات، فيهاجم هذا البروتين الجدار الخلوي للقناة الهضمية مسبباً انتشار المحتويات القلوية في دم الحشرة فيؤدي ذلك إلى شلل للحشرة ومن ثم موتها، ولهذا تم عزل المورثة المسئولة عن هذا البروتين السام وتم إكثارها بطريقة الحمض النووي المعاد تركيبة ثم إدخالها في عدة محاصيل مثل القطن والذرة والطماطم ولقد عبرت المورثة عن نفسها في تلك المحاصيل وتم التأكد من توريثه للأجيال الناتجة منه حيث إكتسبت تلك المحاصيل صفة المقاومة للحشرات مما أدى لخفض ملحوظ في استخدام المبيدات الحشرية وما تسببه من مشكلات للإنسان والحيوان والبيئة، إضافة إلى أن هذه البروتينات السامة يمكن أن تعطي



حماية مستمرة للمحصول خاصة في الأجزاء النباتية التي يصعب معاملتها مثل الجذور والسطوح السفلية للأوراق. إن هذا البروتين السام لا يؤثر على الإنسان عند تناوله شيء من محاصيل الـ "Bt" وفقا لما تقوله هيئة الأغذية والعقاقير الأمريكية وذلك عند وجهه هذا السؤال للدكتور جين هيني "Jane E.Henney" المسئولة في إدارة الأغذية والعقاقير "FDA" من قبل محرر مجلة اف دي أيه كونسيومر "FDA Consumer" (يناير / فبراير ٢٠٠٠م) قالت بأن إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية وجدت بأن محتوى بروتين بكتيريا الـ "Bt" في النبات يكون ذو تركيز خفيف للغاية بحيث لا يكون له تأثير على الإنسان. بالإشارة إلى أن الولايات المتحدة الأمريكية لها السبق في إدخال ومساندة تلك التكنولوجيا والسعي لتعميمها على مستوى العالم، ولكن دول الاتحاد الأوربي – رغم تقدمهم في البحوث المماثلة – لا يدفعون تلك التكنولوجيا دفعاً متسارعاً كما تفعل الولايات المتحدة.

يتكون الهيكل الجيني من عدة مكونات (عناصر) ولعل أهمها هو الموروثة التي سوف توجه إنتاج البروتين التي يرغب إدخالها في النبتة المُحوَّرة. وتكون هذه الموروثة تحت مراقبة جهاز دافع أو حاث "promoter" الذي سيقوم بضبط قوة ومكان استنساخ "Transcription" الموروثة. هنالك أيضا منطقة توجد بعد الموروثة هدفها وقف عملية الاستنساخ. ويحتوي الهيكل أيضا على موروثة ثانية لإنتاج مادة تستعمل لانتقاء النباتات المُحوَّرة من بين النباتات التي لم تتغير جينيا عند تطوير هذه النباتات. بعد ذلك، يتم إدخال هذا الهيكل في صبغي (كروموزوم) النبتة مما سيؤدي إلى إدماج الهيكل الجيني في مكان أو أكثر بالصبغي (كروموزوم)، ولكن لا يمكن التكهن بموقع هذا الإدماج. لقد لوحظ في العديد من الحالات أنه تم استعمال جهاز دافع أو حاث "promoter" قوي وانتقائي "35S Promoter"، مما أدى إلى إدخال بروتين بكمية كبيرة وفي كل أجزاء النبتة. وفي أحوال أخرى، تم استعمال منطقة وقف الاستنساخ "TNOS" في عديد من النباتات المُحوَّرة.

٦. الطرق المستعملة للتحوير الجيني للنباتات:

تعتمد الطريقة الأقدم والتي لا تزال تستعمل بكثرة على استعمال بكتيريا اسمها "Agrobacterium Tunmefaciens" وهذه البكتيريا تسبب مرضا لبعض أنواع النباتات تكاثراً غير منضبط للخلايا يمكن تشبيهه بمرض السرطان. وخلال التسعينيات في القرن الماضي تم اكتشاف أن البكتيريا تسبب المرض عبر إدماجها لمنطقة من حمضها النووي في كروموزوم النبتة. ومن هنا عمل العديد من العلماء على البحث في كيفية استخدام هذه البكتيريا لإدخال موروثات جديدة ومتعددة نحو النباتات. وحاليا يتم في البداية إدخال الهيكل الجيني في البلازميد"plasmid" وهو جزء حلقي من الدنا "DNA" مستقل عن الكروموزوم ويتم إدخاله في بكتيريا "Agrobacterium" التي تحمل كل الجينات الضرورية لعملية الإدماج في النبتة.
ثم يتم وضع البكتيريا مع النبتة أو أجزاء من النبتة مما ينتج عنه إدماج الوحدة في الحامض النووي في بعض الخلايا للنبتة وليس كلها بالطبع.
ومن هنا يجب انتقاء الخلايا المُحوَّرة جينيا بتربية الأنسجة، بما يسمى بـ «زراعة الأنسجة» على وسط غذائي "Culture Media" يحتوي على المضاد الحيوي "Antibiotic"، إذ أن الهيكل الجيني يحتوي على مورثة الانتقاء والتي تتسبب في إنتاج بروتين مقاوم للمضاد الحيوي بينما تموت الخلايا التي لم يتم تحورها.
وقد تم استعمال هذه الطريقة لتحوير العديد من النباتات ليس منها بعض الأصناف كالحبوب التي احتاجت إلى تطوير طريقة جديدة بدأت سنة ١٩٨٧م تعرف باسم المدفع الحيوي "Biolistic" وتستعمل فيها آلة سميت بـ «مسدس الجينات»، حيث يجري تغليف كرات صغيرة الحجم بالوحدة الجينية (أو الهيكل الجيني) ثم يتم إدخال الكرات في الخلايا عن طريق مدفع يعمل بدفع الهواء أو الهليوم المضغوط، مما يؤدي إلى موت العديد من الخلايا وبقاء البعض الآخر حياً، ومن بين الخلايا التي نجت يتم إدماج الوحدة الجينية.



بالطبع هنا أيضا يتم انتقاء الخلايا المُحوَّرة جينيا بتربية الأنسجة على وسط غذائي "Culture Media" يحتوي على المضاد الحيوي "Antibiotic"، وفي مسدس الجينات توضع الكرات المغلفة بالوحدة الجينية وتوضع أقراص من النبتة ويتم بعد هذا قذف الكرات.

في العديد من البلدان تم اتخاذ قرارات تنص على تصنيف المواد الغذائية وضرورة البحث عن المواد المُحوَّرة جينيا ففي السوق الأوروبية المشتركة يجب إعلام المستهلك بان المادة الغذائية تحتوي على مواد مُحوَّرة إذا زادت أي من عناصر هذه المواد عن (١٪). ومن هنا تم تطوير أساليب لرصد وجود مواد مُحوَّرة وطرقاً لتقييمها، وهناك أيضاً طرقاً للكشف عن البـروتين وعن الحامض النووي، حيث تعتمد الطرق المرتكزة عن الكشف عن البروتين على استعمال أجسام مضادة "Antibodies" موجهة ضد البروتين المنتج من الموروثة المدخلة، فيتم تثبيت المضاد الأول الذي يتركز عليه البروتين المدخل ثم يتم تركيز مضاد يحمل أنزيماً وبهذا يمكن اكتشاف وجود البروتين المنتج من الجين المدخل.

وقد تم تطوير طريقة تسمى (طريقة الضمادات) لكشف المواد المُحوَّرة، وبموجبها يتم أولاً طحن المادة الغذائية في سائل ثم يتم وضع الضمادة حول الغذاء المطحون ومن ثم نلاحظ إحدى حالتين: فإما أن تكون المادة تحتوي على مواد مُحوَّرة وفي هذه الحالة يمكن رؤية خط ملون في منطقة يوجد بها المضاد للبروتين المدخل وإما أن لا تحتوي العينة على مواد مُحوَّرة وهنا لا يظهر الخط الملون. يمكن استخدام تلك الطريقة للكشف عن وجود مواد مُحوَّرة في كافة أنواع النباتات. وهذه التقنية أو الطريقة لها بالطبع بعض الإيجابيات وبعض السلبيات، فهي طريقة سريعة وقليلة التكلفة وسهلة تستعمل للكشف عن كل النباتات المُحوَّرة والمنتجة لنوع خاص من البروتين ولكن لا يمكن استعمالها لتعيين المادة المُحوَّرة إذ إن العديد من النباتات المُحوَّرة والمختلفة قد تنتج نفس البروتين. أما سلبيات هذه الطريقة، فتتمثل في كون مجال استعمالها محصور في تلك النباتات التي تفرز أجساماً مضادة، بالإضافة

إلى أن هذه الطريقة لا يمكن استعمالها مع المواد المصنعة حيث يكون البروتين مستنسخاً.

أما مجموعة الطرق (التقنيات) المستخدمة في تقدير المواد المُحوَّرة فإنها ترتكز على البحث عن الوحدة الجينية المدخلة للنباتات، وفي هذا الغرض تم استعمال تقنيات كثيرة مثل تقنية (البقعة الجنوبية "Southern Blot") أو تقنية (رقاقات الدنا "DNA Chips")، ولكن تبقى تقنية (التفاعل المتسلسل للبوليميراز "PCR" -Polymerase Chain Reaction) هي الأكثر رواجاً ومبدأ هذه التقنية هو القيام بإكثار منطقة معينة من الحامض النووي. وهذه الطريقة "PCR" لها إيجابيات عديدة، فهي طريقة سهلة التطبيق على التحويرات الجينية المتعددة وهي أيضاً طريقة حساسة ومجال استعمالها واسع. ويمكن استعمال هذه التقنية في حالتين: الأولى للانتقاء "Screening" والثانية للتعيين "Identification"، ففي طريقة الانتقاء يتم إكثار منطقة قد تكون مشتركة في أكثر من موقع تم تحويره جينيا فعلى سبيل المثال يتم إكثار منطقة "35S Promoter" التي استعملت بكثرة في النباتات المُحوَّرة جينيا. أما في طريقة التعيين فيتم إكثار مناطق خاصة بتحوير جيني محدد، وهذا الأمر مهم جدا إذ إن في بعض القوانين قد يسمح بتجارة مادة مُحوَّرة وراثياً بتحوير معين معروف ولكن لا يسمح بتجارة مادة مُحوَّرة بتحوير آخر، رغم أن هذين لهما نفس الموروثة المدخلة أو نفس البوادئ "Promoters".



٧. سلامة الأغذية المعدَّلة وراثياً:

تقليدياً، لم تخضع جميع أصناف النباتات الغذائية بشكل منتظم لتقييم كيميائي أو سمي أو تغذوي شامل قبل التسويق، باستثناء الأغذية المخصصة لمجموعات معينة كالأطفال مثلاً، حيث يمكن للغذاء المعني أن يشكل جزءاً أساسياً من النظام الغذائي. وهكذا فإن أصنافاً جديدة من الذرة وفول الصويا والبطاطا وغيرها من الأغذية النباتية الشائعة قد تم تقييمها من قبل المربيين لصفاتها الزراعية والمظهرية، ولكن الأغذية المستمدة من مثل هذه الأصناف النباتية الجديدة لا تخضع بوجه عام لفحوص شاملة وصارمة لاختبار سلامتها الغذائية.

ونتيجة للصعوبات في تطبيق اختبار السمية التقليدي وتدابير تقييم المخاطر على الأغذية فمن اللازم وجود منهج أكثر تركيزا لتقييم سلامة الأغذية المستمدة من النباتات الغذائية، بما فيها النباتات المُحوَّرة وراثيا ولقد تم معالجة ذلك عبر تطوير منهج متعدد التخصصات لتقييم السلامة، حيث يأخذ بعين الاعتبار كلاً من التغيرات المقصودة وغير المقصودة التي قد تطرأ على النبات أو على الأغذية المستمدة منه، وذلك باستخدام مفهوم التكافؤ الجوهري والذي يمثل خطوة أساسية في عملية تقييم السلامة. ويستخدم هذا المفهوم لتحديد أوجه التشابه والاختلاف بين الغذاء الجديد ونظيره التقليدي. كما يساعد في تحديد القضايا المحتملة بشأن السلامة والتغذية، ويعتبر هذا المفهوم الاستراتيجية الأكثر ملائمة حتى الآن لتقييم سلامة الأغذية المستمدة من النباتات المعدَّلة وراثيا. كما أن استخدام هذا المفهوم في تقييم السلامة لا يعني السلامة المطلقة للمنتج الجديد لأنه يركز على الاختلافات المحددة بين سلامة المنتج الجديد مقارنة بنظيرة التقليدي.

٧. ١. الآثار غير المرغوبة (أو غير المقصودة):

عند تحقيق هدف منح صفة معينة مستهدفة (أثر مقصود) لنبات ما من خلال تقنـــيات الـ "DNA" فقد يتم في بعض الحالات اكتساب صفات إضافية، كما أن

بعض الصفات الموجودة أصلا قد يتم فقدانها أو تحويرها (آثار غير مقصودة أو غير مرغوبة). ولا يقتصر حدوث الآثار غير المقصودة على استعمال تقنيات الحمض النووي، بل إن ذلك يشكل ظاهرة وراثية طبيعية وبصفة عامة قد تحدث أيضاً في التربية التقليدية. قد تكون الآثار غير المقصودة ضارة أو نافعة أو محايدة فيما يخص صحة النبات أو سلامة الأغذية المستمدة منه. والآثار غير المقصودة في النباتات المنتجة بتقنية الـ "DNA" قد تطرأ أيضا خلال إدخال وتتابع الـ "DNA" أو قد تطرأ خلال التربية التقليدية اللاحقة بالنبات ذي الـ"DNA" المترابط. لذا يجب أن يشمل تقييم السلامة على البيانات والمعلومات لتقليص إمكانية أن يحتوي الغذاء المستمد من النبات ذي الـ "DNA" المترابط على آثار ضارة غير متوقعة على صحة الإنسان.

كما أن الآثار غير المقصودة قد تسفر عن تكون نواتج أيض (استقلاب) ذات أنماط جديدة أو مغيرة، فمثلاً قد يتمخض التعبير عن الإنزيمات عن آثار كيميائية- حيوية تالية أو تغيرات في تنظيم الأيض (الاستقلاب) أو مستويات مُحوَّره لنواتج الأيض.

يمكن تقسيم الآثار غير المقصودة الناتجة عن التحوير الوراثي إلى مجموعتين: الأولى الآثار التي قد يمكن التكهن بها. والثانية الآثار غير المتوقعة. والعديد من الآثار غير المقصودة يمكن التكهن بها إلى حد بعيد غالبا بناء على معرفة الصفة المولجة وترابطاتها الأيضية أو معرفة موقع إيلاج الحمض النووي، لذا يصبح من السهل التكهن بالآثار غير المقصودة لتحوير معين. كما يمكن استعمال التقنيات الجزيئية والبيولوجية والبيوكيميائية لتحليل التغيرات على مستوى نسخ الجين وترجمة الرسالة واللذين يمكن أن يؤديا إلى آثار غير مقصودة.

ويؤخذ تقييم الآثار غير المقصودة في الاعتبار والتي تظهر صفات غير مقصودة حيث يجب أن تستبعد على حين يجب أن تخضع الأصناف الجديدة التي اجتازت اختبارات الفرز الأوَّلي لاختبارات السلامة.



٧.٢. الأطر المستخدمة لتقييم سلامة الأغذية المعدَّلة وراثياً:

يشمل تقييم سلامة الغذاء الناتج من تقنيات الدنا "DNA":

١. وصف النبات الناتج.

٢. وصف النبات المضيف (العائل) واستعماله كغذاء.

٣. وصف الكائن المانح.

٤. وصف التحوير أو التحويرات الجينية.

٥. توصيف التحوير أو التحويرات الجينية.

٦. تقييم السلامة من حيث:

أ- تقدير السمية المحتملة.

ب- القابلية المحتملة للحساسية (بروتينات).

ج- تحليلات تركيبية للمكونات الرئيسية.

د- التمثيل الغذائي.

هـ- تصنيع الأغذية.

و- التحوير التغذوي.

ز- اعتبارات أخرى.

١- وصف النبات المترابط الـ "DNA":

يجب توفير وصف للنبات الذي يتم تقديمه لتقييم السلامة والذي يشمل المحصول والتحوير الذي ستجرى مراجعته ونوع التحوير والغرض منه.

٢- وصف النبات العائل واستعماله كغذاء

ينبغي توفير وصف شامل للنبات العائل يشتمل على البيانات والمعلومات الضرورية الآتية:

أ- الاسم الشائع أو المعتاد والاسم العلمي.

ب- تاريخ الزراعة والتطوير خلال التربية وتحديد الصفات التي قد تؤثر سلباً

على صحة الإنسان.

ج- معلومات عن التركيب الوراثي والتركيب المظهري للنبات العائل ذات العلاقة بسلامته يشمل ذلك أية سمية أو قابلية للحساسية معروفة.

د- تاريخ الاستعمال الآمن لاستهلاكه كغذاء.

وقد يشمل معلومات حول كيفية زراعة النبات ونقله وتخزينه وفيما إذا كان من المطلوب معالجته معالجه خاصة لكي يصبح النبات صالحاً للأكل، وحول الدور العادي للنبات في النظام الغذائي (مثلاً ما هو جزء النبات المستخدم كمصدر للغذاء، أو فيما إذا كان استهلاكه مهماً لمجموعات فرعية معينة من الفئات المستهلكة للغذاء، وما هي المغذيات الكبرى أو الصغرى التي يسهم بها في النظام الغذائي).

٣- وصف الكائن المانح أو الكائنات المانحة:

و يجب أن يشتمل وصف الكائن أو الكائنات المانحة على ما يلي:

أ- اسمه الشائع أو المعتاد.

ب- الاسم العلمي.

ج- الوضع التصنيفي.

د- معلومات عن تطور نشأة ونمو الكائن المانح (أو الكائنات المانحة) فيما يخص سلامة الغذاء.

هـ- معلومات عن السموم والمواد المضادة للتغذية ومسببات الحساسية (الأليرجينات) التي توجد طبيعياً، وبالنسبة للكائنات الدقيقة فينبغي الحصول على معلومات إضافية عن قدرتها على إحداث أمراض وكذلك العلاقة مع الجينات المعروفة المسببة للأمراض.

و- معلومات عن التاريخ الماضي والحاضر للاستعمال إن وجد في الإمدادات الغذائية (التوريدات أو قسم التموين) وطريقة (أو طرق) التعرض غير تلك المقصودة لاستعمال الغذاء (مثل وجود محتمل للملوثات).



٤- وصف التحوير أو التحويرات الوراثية:

ينبغي تقديم معلومات كافية عن التحوير الوراثي والذي يجب أن يحتوي على:

أ- معلومات حول الأسلوب الخاص المستعمل في التحوير (التحوير بمساعدة البكتيريا الزراعية مثلاً).

ب- معلومات عما إذا كان ذلك قابلاً للتطبيع مع الدنا "DNA" المستعمل لتحوير النبات بما يشمل المصدر والسلوك والوظيفة المتوقعة في النبات.

ج- الكائنات العائلة المتوسطة بما فيها الكائنات الدقيقة (كالبكتيريا) المستعملة لإنتاج أو تصنيع الدنا "DNA" لتحوير الكائن العائل.

كما يجب توفير المعلومات بخصوص الـ "DNA" الذي سيتم إدخاله من حيث:

أ- توصيف جميع المكونات الجينية.

ب- الحجم والسلوك.

ج- موقع واتجاه التتابع في الناقل/المنشأ النهائي.

د- الوظيفة.

٥- توصيف التحوير أو التحويرات الوراثية:

من أجل تقديم فهم واضح للأثر على تركيبة وسلامة الأغذية الناتجة من النباتات ذات تقنيات الدنا "DNA"، فلابد من القيام بتوصيف جزيئي وكيميائي- حيوي للتحوير الوراثي.

ويجب تقديم معلومات حول إدخال الدنا "DNA" في جينيوم النبات على أن يتضمن ذلك:

أ- توصيف ووصف المواد الجينية الداخلة.

ب- عدد مواقع الدخول.

ج- تنظيم المادة الجينية المدخلة في كل موقع من مواقع الدخول، ويشمل ذلك عدد النسخ وبيانات التتابع للمادة المدخلة والمنطقة المحيطة،

على أن تكون المعلومات كافية لتحديد أية مواد يتم التعبير عنها كنتيجة للمادة المدخلة.

كما يجب توفير معلومات أخرى إضافية حول هذا النبات تشمل:

أ- منتج أو منتجات الجين (البروتين مثلاً).

ب- وظيفة منتج أو منتجات الجين.

ج- الوصف المظهري للصفة أو الصفات الجديدة.

د- بيان أنه قد تم تحقيق الأثر المقصود من التحوير.

هـ- التحقق من وجود أي دليل يوحي بوجود جين واحد أو عدة جينات في النبات العائل قد تأثر من عملية التحوير.

و- التأكد من هوية أية بروتينات ناتجة عن عمليات إندماج جديدة ومن نمط التعبير عنها.

٦. تقييم السلامة:

أ- تقييم السمية المحتملة:

تسمح تقنيات الحمض النووي الأنبوبية بإدخال الدنا "DNA" والذي يمكن أن يؤدي إلى تركيب مواد جديدة في النبات قد تُكَون مكونات تقليدية في الأغذية النباتية كالبروتينات والدهون والكربوهيدرات والفيتامينات بالإضافة إلى تكوين مُئيضَات جديدة تنتج عن نشاط الإنزيمات الناتجة من التعبير عن الـ "DNA" المدخل. كما يجب أن يحدد تركيز هذه المادة أو المواد في الأجزاء الصالحة للأكل من النبات.

يجب ضمان عدم انتقال الشفرات الوراثية للجينات المسئولة عن السموم أو المواد المضادة للتغذية المعروفة والموجودة في الكائنات المانحة إلى النباتات الناتجة. وقد لا تعتبر الدراسات حول السمية التقليدية ضرورية عندما يكون قد تم استهلاك المادة أو مادة شديدة القرابة منها بشكل آمن كغذاء.

أما في حالة البروتينات، فعند تقييم السمية المحتملة فيجب التركيز على تشابه



تتابع الحمض الأميني بين البروتين وسموم البروتين ومضادات التغذية المعروفة وكذلك على الاستقرار تجاه الحرارة أو التصنيع وتجاه التحلل في المعدة والأمعاء.

وقد تكون هناك حاجة لإجـراء الدراسات المناسبـة على السميـة المعـوية في الحـالات التي لا يكون فيها البروتين الموجود في الغذاء مشابهاً للبروتينات التي تم استهلاكها سابقاً بشكل آمن في الغذاء، مع الأخذ بعين الاعتبار الصفات البيولوجية لهذا البروتين حينما تكون تلك الوظيفة معروفة.

أما السمية المحتملة للمواد غير البروتينية والتي يتم استهلاكها بشكل آمن في الغذاء فيجب تقييم كل حالة على حده اعتماداً على الوظيفة الحيوية للمادة في النبات وتشمل دراسات على التمثيل الغذائي والحراكيات السمية والسمية شبه المزمنة والسمية المزمنة وقابلية التسبب بالسرطان وسمية التناسل والتطور تبعاً لمنهج علم السموم التقليدي.

ويتطلب هذا الأثر عزل المادة الجديدة من النباتات المُحوَّرة وراثياً أو تركيب أو إنتاج المادة من مصدر بديل وفي هذه الحالة يجب إثبات أن المادة مكافئة من الناحية البيوكيميائية والتركيبية والوظيفية في تلك المنتجة في النبات المعدَّل وراثياً.

ب- تقييم القابلية المحتملة للحساسية:

يجب إخضاع البروتينات الناتجة في الأغذية نتيجة لعملية التعديل أو التحوير الوراثي لاختبارات الحساسية. كما يجب أن تعتمد هذه الاختبارات على معايير محددة ومتعددة حيث لا يوجد معيار واحد فقط يمكن بواسطته التحكم في القابلية أو عدم القابلية للحساسية، فعلى سبيل المثال إذا كان الجين قد تم الحصول عليه من القمح أو الشعير أو الشيلم أو الشوفان أو أي أصناف حبوب أخرى فإن ذلك قد يؤدي إلى مرض معوي ينتج عن الحساسية للجلوتين (بروتين القمح). كما يجب تفادي نقل الجين من الأغذية المولدة للحساسية إلا إذا كان هناك تيقناً موثقاً بأن الجين المنقول لا يحمل شفرة مسبب الحساسية.

ج- التحليلات التركيبية للمكونات الرئيسية:

يجب أن تتم مقارنة نتائج تحليل المكونات الأساسية في كل من النبات الأصلي والمعدل وراثياً مثل الدهون والبروتينات والكربوهيدرات ومضادات الأنزيمات والمكونات الثانوية مثل الفيتامينات والأملاح المعدنية وكذلك المواد السامة الرئيسية وهي تلك المركبات المعروفة بأنها ذات طبيعة سامة وتوجد وراثياً في النبات الأصلي قبل التحويرات والتعديلات والتي توجد بتركيز أو مستوى أو فاعلية خطرة على صحة الإنسان عند وجودها بمستوى مرتفع مثل السولانين في البطاطس وعنصر السيلينيوم في القمح. مع ملاحظة أن تتم المقارنة تحت ظروف مناخية وزراعية متماثلة مع الأخذ في الاعتبار أن مواقع التجربة يجب أن تمثل نطاق الظروف البيئية التي من المتوقع أن تزرع فيها أصناف النبات المعني. يجب أن يكون عدد مواقع التجربة كافياً للسماح بإجراء تقييم صحيح للصفات التركيبية على مدى النطاق. وبالمثل، يجب إجراء التجارب على عدد كافٍ من الأجيال للسماح بتعرض الصنف بشكل كافٍ للظروف التي يواجهها في الطبيعة. ومن أجل التقليل من التأثيرات البيئية.
وللحد من أي أثر لتغيير النمط الوراثي الذي يحدث طبيعياً ضمن صنف محصول معين فلابد من تكرار كل موقع من مواقع التجربة. كما يجب إجراء التجارب على عدد ملائم من عينات النباتات إضافة إلى ضرورة أن تكون أساليب التحليل حساسة ومتخصصة بدرجة كافية تسمح بفحص التغيرات في المكونات الرئيسية.

د- التمثيل الغذائي:

قد تم تحوير بعض النباتات بطريقة ينتج عنها مستويات جديدة أو مُحوَّرة لنواتج التمثيل في الغذاء. لذا يجب دراسة احتمال أن يؤدي تراكم نواتج التمثيل في الغذاء إلى التأثير سلباً على صحة الإنسان. وتقييم السلامة لمثل هذه النباتات يتطلب تحقيقا في مستويات نواتج عملية التمثيل الغذائي مع دراسة الآثار المحتملة على صحة الإنسان باستخدام الإجراءات التقليدية لإثبات سلامة مثل هذه النواتج.



هـ- تصنيع الغذاء:

يجب دراسة الآثار المحتملة لتصنيع الغذاء، ومن ضمنها الإعداد المنزلي على الأغذية المستمدة من النباتات المترابطة الـ "DNA". فقد تحدث التغيرات مثلاً في الثبات الحراري لسم داخلي أو في التواجد الحيوى لأحد المغذيات الهامة بعد التصنيع. لذا يجب توفير معلومات تقدم وصفاً لظروف التصنيع المستخدمة في إنتاج مكون غذائي من هذه النباتات. ففي حالة الزيت النباتي مثلاً، يجب توفير معلومات عن عملية الاستخراج وعن أية مرحلة من مراحل التنقية اللاحقة.

و- التحوير التغذوي:

إن لتقييم التغيرات التركيبية المحتملة لأحد المغذيات الرئيسية والذي يجب إجراؤه لجميع النباتات المعدَّلة وراثياً والتي خضعت لتحوير مقصود من أجل تغيير النوعية أو الوظيفة الغذائية، يجب أن تخضع لتقييم تغذية إضافي بهدف تقييم نتائج التغيرات. كما ينبغي استخدام المعلومات حول الأنماط المعروفة لاستعمال واستهلاك غذاء معين وحول مشتقاته لتقييم المضاعفات التغذوية للمستويات الإعتيادية والقصوى للاستهلاك للتعرف على إمكانية وجود أية آثار تغذوية غير مرغوب فيها لمجموعات معينة من السكان كالرضع والأطفال والنساء الحوامل والمرضعات وكبار السن وأولئك اللذين يعانون من أمراض مزمنة أو من نظم مناعية معرضة للخطر. وبناءً على تحليل الآثار التغذوية والحاجات الخاصة بالنظام الغذائي لمجموعات فرعية معينة من السكان، فقد يكون من الضرورة بمكان إجراء تقييمات تغذوية إضافية.
وعندما يسفر تحوير منتج غذائي كالزيت النباتي مثلاً عن تركيبة تختلف جوهرياً عن نظيره التقليدي فقد يكون من الملائم استعمال المزيد من الأغذية التقليدية كأساس ملائم للمقارنة من أجل تقييم الأثر التغذوي للغذاء. وبسبب التفاوت جغرافيا وثقافياً في أنماط استهلاك الأغذية، فقد يكون أثر التغيرات التغذوية لغذاء معين أكبر في بعض المناطق الجغرافية أو في بعض الأقسام الثقافية للسكان من بعضها الآخر.

فبعض النباتات الغذائية تستخدم مصدر رئيسي لمغذٍ معين لدى بعض السكان والشعوب. لذا فمن الواجب العمل على تحديد العنصر المغذي والسكان المتأثرين.

٧. ٣. التراكم المحتمل للمواد التي تمثل خطورة على صحة الإنسان:

بعض النباتات المعدَّلة وراثياً قد تظهر صفات (كالقدرة على تحمل مبيدات الأعشاب) قد تسفر بنحو غير مباشر عن احتمال تراكم مخلفات المبيدات والمواد المُحوَّرة لمثل هذه المخلفات ونواتج عملية التمثيل السامة والملوثات وغيرها من المواد التي قد تكون ذات العلاقة بصحة الإنسان. لذا يجب أن يأخذ تقييم السلامة احتمال التراكم هذا بعين الاعتبار، كما يجب تطبيق التدابير التقليدية لإثبات سلامة مثل هذه المركبات (كتدابير تقييم سلامة المواد الكيميائية للإنسان).



٨. الأخطار والآثار المحتملة على البيئة والمجتمعات:

التحوير الوراثي بين المخاطر والاحتياطات:

إن وجود الاحتمال صفر لوقوع خطر لا يعني على الإطلاق عدم أخذ أسباب الحيطة والحذر. من هذا المنطلق يظهر مفهوم ثالث وهو مبدأ الاحتياط. إن المخاوف المثارة هنا وهناك حول المنتجات المُحوَّرة وراثيا قد تلخص في نوعين مختلفين:

- مخاوف غير مستندة لأسس عقلانية أو منطقية ومصدرها تصريحات من أناس متطفلين بعيدين كليا عن هذا الميدان، الشيء الذي جعلهم يخلطون بين الأمور كمرض جنون البقر، والدايوكسين "dioxin" والمنتجات المُحوَّرة وراثياً.
- مخاوف منطقية وعقلانية ومرجعها الأصلي أهل العلم والدّراية في هذا المجال الذين يفرقون بين الحالات الحقيقية للخطر والحالات المحتملة.

في كلتا الحالتين يجب على العلماء أن يشرحوا ويناقشوا مع مجتمعاتهم تفاصيل القضية حتى يسهل الاستيعاب فيتم بذلك الإقناع.

إن الأمم الأكثر تقدما في يومنا هي الأمم الأكثر جرأة والأكثر ركوبا للمخاطر وهي التي تفرض نفسها في كل المحافل وبدون منازع، وهي ذاتها التي تفرض سيطرتها على العالم، فعزمها لا يلين وإرادتها لا تنثنى، وليس من الصدفة في شيء أن تكون هي الأكثر ثراء والأكثر تقدماً في مجالات كثيرة بما في ذلك التحوير الوراثي.

إن هذا الاستنتاج لا يجب أن يفهم كنداء صارخ لإدخال المنتجات المُحوَّرة وراثيا إلى بلداننا دون أخذ كل أسباب الحيطة والحذر أو دون الرجوع إلى المبادئ السامية لأمتنا وقيمها من دين وعادات وتقاليد ، لإننا مهددون بالخطر على أية حال.

لقد انعكس مفهوم الخطر وبشكل كبير على الأنظمة والقوانين في بعض الدول المتقدمة. ففي مجال التحوير الوراثي بالذات يظهر الفرق جليا بين القوانين الأمريكية والأوروبية، في حين يعتبر القانون الأمريكي أن الأغذية المُحوَّرة وراثيا أغذية طبيعية لا تشكل أي خطر حتى يثبت العكس فإن القانون الأوروبي وخاصة الفرنسي يعتبر

الأغذية المُحوَّرة وراثياً غير طبيعية يحتمل أن تشكل خطراً إلى أن يثبت العكس. ففي أمريكا الباحث غير معني مباشرة بإثبات عدم خطورة منتجه بينما في أوروبا هو ملزم بإثبات عدم الخطورة. إن هذا ما جعل بلا شك المواد المُحوَّرة وراثيا تغزو الأسواق في أمريكا الشمالية بينما تظل محل جدال لا يكاد ينتهي في أوروبا، وربما يكون هذا هو السبب الرئيسي وراء الحدّ من هذه المنتجات وتقليص انتشارها وهذا ما قد يفسر أيضا تخلف الدول الأوروبية نسبيا في ميدان التحوير الوراثي مقارنة بأمريكا. ويبدو الآن أن الأنظمة الأوروبية بصدد رفع بعض القيود المفروضة على المنتجات المُحوَّرة وراثياً بالسماح بتوسيع مساحات التجارب مع إبقاء بل وتعزيز فرق المراقبة والمتابعة الميدانية على مستوى الصحة والبيئة.

يوجد حاليا الكثير من الأصناف المُحوَّرة وراثياً (كما سبق ذكره آنفا) من فول الصويا والذرة المستهلكة في العديد من البلدان وخاصة في الولايات المتحدة الأمريكية ومنذ عدة سنوات ولا يعني ذلك أن هذه البلدان غافلة عن الخطر الذي قد ينجم عن ذلك ولا هي مستهترة بصحة مواطنيها وسلامة بيئتها. ولكنها اختارت التعامل مع هذه القضية بمبدأ كون المنتجات المُحوَّرة منتجات طبيعية، (وهو أقرب ما يكون إلى الصواب حسب الرأي الغالب في عالمنا) ، غير مضرة بالصحة ولا بالبيئـة، ولا يعني أيضا أن هذه البلدان لا تعمل على تهيئة نفسها إذا ما وقع أي طارئ، وذلك ما جعلهم يخْطون خطوات عملاقة في هذا المجال باتخاذ أسباب الحيطة من جهة وقبول احتمال وقوع بعض الأخطار من جهة أخرى.

أما الدول الأوربية فقد اختارت في معظمها التعامل مع القضية على أساس أن المنتجات المُحوَّرة غير طبيعية لذا يجب التأكد مسبقا من خطرها أو عدمه على الصحة والبيئة قبل الشروع في استغلالها على نطاق واسع في حقولها. والغريب في الأمر أنها هي المكتشفة الأولى للتحوير الوراثي الطبيعي الذي فتح كل الآفاق، والغريب أيضا هو استهلاكها للمنتجات المُحوَّرة المستوردة رغم قدرتها على إنتاجها محلياً. يقولون إنه مبدأ الحذر ولكن أليس من المنطق أن يخافوا أولاً على صحة المواطن



المعرضة مباشرة للخطر كما يزعمون بتناول الغذاء المُحوَّر قبل أن يحافظوا على سلامة البيئة؟.

صحيح إن الإنسانية وخاصة علماؤها لا يملكون من الرؤية العلمية ما يكفي لتقييم كل الأخطار الممكنة تقييما دقيقا وشاملاً، ولكن التعامل مع القضية بهذه المتناقضات لا يمكن إلا أن يعمق الجدال ويوسعه ، وهذا ما نشهده منذ سنين والذي كثيرا ما أدى إلى العنف والتخريب ولو على حساب مساحات تجريبية لا تخدم إلا التقدم العلمي.

٨. ١. الآثار على البيئة:

*** التلويث الوراثي:**

يتم تبادل ونقل المعلومة الوراثية عند النباتات عن طريق التناسل الجنسي أي بواسطة حبوب الطلع التي تعمل على نشر الموروثات سواء داخل نفس النوع أو حتى بين الأنواع في وجود توافق التركيبة الوراثية. ولكن هذا النقل للموروثات يتم حسب نوع النبات والوسط الذي يعيش فيه وذلك ما يجعل أمثل طريقة لدراسة توارث الموروثات المحوِّرة هو دراسة الأمور حالة بحالة وليس التعميم.

إن الكثير يعتبر أن المورثات المقاومة لمبيدات الأعشاب المركبة في النبات المُحوَّر يمكنها أن تنتقل إلى النباتات البرية الأخرى فتصبح هي أيضا مقاومة فيصعب بالتالي محاربتها ، وقد يكون ذلك صحيحا ولكن لا يجب أن نغفل عن المعلومات العلمية التالية:

- ظهور مقاومة للمبيدات العشبية لدى النباتات ليس بالظاهرة الغريبة، وهي معروفة منذ أكثر من نصف قرن وهي ناتجة عن وقوع طفرات بتكرار استعمال نفس المبيد ورغم هذا لم يرفع أحد صوته للمطالبة بوقف استعمال المبيدات، ولن يتمكنوا من ذلك ، ثم حتى مع ظهور تلك الطفرات فهل تغير المحيط من جرائها حقا ؟ طبعا لا ، وهذا رغم مرور نصف قرن على ذلك.
- اكتساب النبات البري لمورث المقاومة للمبيدات لا يجديه نفعا إذا لم يكن

النبات نفسه معرضاً باستمرار لنفس المبيد لأنه يصبح في هذه الحالة ثقلا عليه وليس في صالحه.

- إن تبادل المورثات بين الأحياء أمر طبيعي وبفضله تم تطوير أصناف مزروعة تتماشى ومتطلبات الإنسان من تطور وازدهار، أليس القمح الحالي خليط بين القمح القديم "tritical" والسلة وغيرها وهو يحتوي على أجزاء كبيرة من الحمض النووي للسلة؟ ومع ذلك فلا القمح القديم أصبح سلة ولا السلة أصبحت قمحا بل هو صنف جديد تم إنتخابه لتغذية الإنسان.
- لا يجب أن ننسى بأن الوسط البيئي له أهميته الكبرى لنقل الموروثات بحيث لا يمكن لأي موروث مهما كان أن ينتقل إلى نوع آخر دون وجود توافق وراثي بين النوع المُحوَّر والنوع الثاني، فالذرة مثلا موطنها الأصلي هو المكسيك ولا يوجد في منطقتنا أي نوع بري متوافق من ناحية التركيب الوراثي معه، فكيف نخشى في هذه الحال انتقال الموروث المحوِّر إلى نباتاتنا البرية؟
- لنفرض أن موروث المقاومة انتقل حقا إلى النبات البري ، فأين المشكلة ؟ ألا يمكن استعمال مبيد آخر لإزالته إذا تطلب الأمر ذلك ؟ أم يجب التمسك دائما بنفس المبيد؟ ألا يشكل ذلك تبعية عمياء لا يمكن إلا أن تخدم الشركات المنتجة للمبيد؟

*** ظهور حشرات مقاومة للنبات المحوّر:**

إن الطريقة الأكثر استعمالاً إلى حد ما الآن في محاربة الحشرات الضارة بالمزروعات وغيرها هي المكافحة الكيماوية باستعمال المبيدات الحشرية، ولقد أثبت علميا أن الرش المتكرر بنفس المبيدات يؤدي إلى بروز حشرات مقاومة للمبيد تماما كما هو الشأن عند النبات، ومع ذلك فإن كل البلدان تواصل استعمال تلك المبيدات. صحيح أن هذه الظاهرة يمكن أن تحدث مع النبات المُحوَّر ولكن هل ذلك مبرر كاف لنبذها بينما نواصل استعمال المبيدات الحشرية التي لا تؤدي إلى ظهور حشرات مقاومة



فحسب بل وتقضي بشكل أعمى على كل الحشرات حتى النافع منها دون أن ننسى تلويثها الشديد للبيئة المحيطة.

*** القضاء على الحشرات النافعة:**

النباتات المُحوَّرة وراثياً لا تشكل أي خطر على الحشرات كالنحل وبعض ديدان الأرض غير المستهدفة من التحوير إلا إذا تغذت عليه، أما المبيد الحشري فهو أعمى لا يفرق بين الحشرات مهما كان نوعها. ولقد أثبتت دراسة حديثة أجريت من طرف المعهد الفرنسي للبحوث الزراعية أن حبوب طلع أخذت من حقول شلجم مُحوَّر وراثيا لمقاومة الحشرات، لا تحتوي على أي مادة مضرة (ناتجة عن التحوير) بالنحل.

*** تقليص التنوع الحيوي:**

يتهم العديد من الأفراد التقنية الحيوية وخاصة تقنية التحوير الوراثي بإمكانية تسببها في تقليص التنوع الحيوي كما هو الشأن في ميدان الزراعة حيث ضاعت الكثير من الأصناف القديمة ضعيفة العائد (الإنتاج) رغم احتوائها على خصائص التأقلم في الظروف البيئية الصعبة تاركة المجال للأصناف الأكثر إنتاجية، هذا أمر صحيح ومنطقي في آن واحد. فالمحافظة على التنوع الحيوي هو ليس من مسئولية المزارع فقط ، بل هو مسئولية الجميع وعلى رأسهم الحكومات والمنظمات الحكومية وغير الحكومية التي يجب أن تسعى كلها جاهدة إلى إنشاء بنوك لتحصين الأسس الوراثية الخاصة بكل منطقة.

على العكس من هذا الرأي، يرى عدد من الباحثين أن التحوير الوراثي هو بمثابة سبيل جديد لتوسيع التنوع البيولوجي بحيث يمكّن من نقل موروثات جديدة إلى أصناف لم تكن تملكها من قبل.

٨. ٢. الآثار على المجتمعات:

صحة الإنسان:

الأخطار والآثار التي يمكن للمنتجات المُحوَّرة وراثيا أن تسببها لصحة الإنسان تبقى إلى الآن نظرية أكثر مما هي واقعية لأن العلم لا يملك حاليا النظرة الكاملة لذلك بسبب حداثة هذا المجال العلمي، بالإضافة إلى أن أخطار المنتجات المُحوَّرة وراثياً ليست من النوع سريع الظهور وتلك مشكلة لا يمكن تداركها إلا بعد وقت طويل. فالحكم بسلامتها يعتبر تسرع غير محسوب.

ما يجب الإشارة إليه هو أن البحوث العلمية تسير بخطى ثابتة في هذا الاتجاه لإحصاء الأخطار الممكنة والتأكد منها بل وحتى لرسم خطط مسبقة للتصدي لها في حال وقوعها. فالعديد من العلماء يقللون من تلك الأخطار على الصحة العامة طالما أن الخطر صفر مستحيل المنال ، وذلك ما ينطبق أيضا على المنتجات المُحوَّرة.

ففي ما يلي سنقتصر على وصف بعض هذه الآثار:

- نقل موروث جديد إلى كائن ما قد يسبب ظهور آثار لموروثات أخرى كانت متنحية من قبل أو لتغيير مفرط لدى الموروثات الأخرى بحيث ينتج عن ذلك ظهور لبعض الجزيئات كالسموم مثلا أو زيادة إنتاجها وتركيزها في المنتج المُحوَّر كمادة "solanine" عند البطاطس ومادة "tomatine" عند الطماطم والحمض الأروسي عند الشلجم التي توجد طبيعيا في تلك النباتات ولكن بكميات ضئيلة وكلما إرتفع تركيزها تسببت في حدوث تسمم عند تناولها.
- إمكانية ظهور مقاومة للمضادات الحيوية الناتجة عن استعمال موروثات مرافقة (كالخاصة بمقاومة المضادات الحيوية) للموروث الرئيس قصد إثبات نجاح عملية التحوير أو عدمها. والمتفق عليه منذ سنوات عديدة هو تأقلم البكتيريا مع المضادات الحيوية باكتساب مقاومة لها بعد تكرار استعمالها وبالتالي فقدان فعاليتها. فالبعض يعتقد بأن المنتجات المُحوَّرة قد تؤدي إلى نفس الظاهرة، وهنا



يجب لفت الانتباه إلى أن هذه المقاربة لا تخلو من بعض الإنحراف يشبه ما سلف ذكره فيما يخص الحشرات والأعشاب الضارة مع المبيدات وذلك لسببين:

* أصل الموروثات المقاومة للمضادات الحيوية طبيعي موجود عند الكائنات الأخرى ومع ذلك لا أحد إدّعى بأنها ستنقل يوما إلى البكتيريا المتسببة في مرض الإنسان، وما أيسر ذلك ما دام انتقال الموروثات بين الأحياء الدقيقة خاصية معروفة أيضا منذ سنين.

* ظاهرة حدوث مقاومة بعد تكرار استعمال المضادات أيضا معروفة لدى الأطباء والأبحاث مستمرة دوما للكشف عن مضادات جديدة ذات فعالية أكبر.

- إمكانية وقوع أنواع من الحساسية الغذائية وهي نتاج بروتينات أو بتعبير آخر موروثات ويقال إن نقل بعض الموروثات إلى الأصناف الغذائية قد يسبب حساسية فهناك احتمال ظهور حساسية يزيد باستعمال موروثات غريبة عن الأنظمة الغذائية الطبيعية للمجتمعات. والمشكلة هنا ليست مشكلة أمان حيوي بقدر ما هي مشكلة أخلاقية، فالمدافعين عن المنتجات المُحوَّرة يؤكدون بأن الخطر المتعلق بالموروثات المستعملة حاليا ضعيف جداً وهذا فيه نوع من المغالطة ما دامت المعارف الحالية غير كافية لجزم أو نفي ذلك.

٩. الرؤى المستقبلية للمنتجات المعدَّلة وراثياً:

هنالك جدل كبير واختلاف في وجهات النظر حول أهمية الآثار المترتبة على تناول المنتجات المعدَّلة وراثياً. وعلى الرغم من عدم وضوح الرؤية بعض الأحيان وذلك لغياب الأبحاث الحقيقية العلمية المتكاملة حول هذه المنتجات المعدَّلة وراثياً هنالك بعض الحقائق التي يمكن ذكرها حول الرؤى المستقبلية الخاصة بالمنتجات المُحوَّرة وراثياً، هي:

أولا: تعميق وتفعيل دور الهندسة الوراثية:

لا يمكن إنكار دور الهندسة الوراثية في استنباط أصناف جديدة ذات أهمية اقتصادية. وذلك بعد أن توصل العلماء عن طريق الهندسة الوراثية لتحديد العديد من الجينات المحسنة لكثير من صفات المحاصيل، إذاً من غير الحكمة اللجوء إلى الطرق التقليدية لتربية النبات والتي تحتاج وقتا طويلاً لتحسين تلك الصفات.

ثانياً: التقييم المستمر للمنتج قبل اعتماده:

بعد إمكانية نقل الجينات عن طريق الهندسة الوراثية من نوع إلى آخر، فتح الطريق لاستنباط كائنات تختلف تماماً عن الكائنات الموجودة في الطبيعة. ولكن لصعوبة تحديد الصفات والآثار لهذا المنتج الجديد على الإنسان والحيوان والبيئة يجب تقييم المضار قبل إجازة المنتج الجديد. حيث يجب أن يتم الاختبار على مستوى الحقل والذي فقط يكون لفائدة المزارع.

ثالثا: التثقيف العادل للمستهلك:

يجب أن تناقش السياسات الخاصة بالمنتجات المعدَّلة وراثياً علنا وبنزاهة واضحة وشفافية. حيث إن أساليب الدعاية التي مارستها الشركات لتسويق منتجاتها من



المحاصيل المعدَّلة وراثياً أدى إلى نتائج عكسية وذلك لزيادة الشكوك من قبل المستهلكين حول هذه المنتجات وما تحمله من أضرار خفية غير معلنة.

وأخيراً: القول الفصل المعتمد على أسس علمية وأخلاقية راسخة:

القرار حول مستقبل هذه المنتجات المعدَّلة وراثياً يجب ان يعتمد على معلومات علمية قوية وليست نصف حقائق أو إدعاءات وعواطف جياشة. ومن أكبر المشكلات في هذا الجدل المحتدم هو أن المعارضين يستعملون في حملتهم معلومات منتقاة وفي غياب المعرفة الكاملة يحاولون دعم موقفهم بمعلومات غير حقيقية.

وفي المقابل لتحسين صورة هذه المنتجات المعدَّلة وراثياً لجأت شركات التقنيات البيولوجية لتضخيم الفوائد التي يمكن كسبها وفي الوقت ذاته قللت من الأضرار التي تترتب على استخدام تلك التقنيات البيولوجية. أما المعارضون فقد قاموا بإنكار الفوائد الممكنة وضخموا من الأضرار المترتبة على استعمال تلك المنتجات المهندسة وراثياً.

وللوصول إلى حل لهذا الجدل يجب أن يكون هنالك نقاش جـــدي وعلمي ومؤسسي يعتمد على معلومات وحقائق علمية موثقة.

١٠. الأمان الحيوي للأغذية المعدَّلة وراثياً:

١٠. ١. اتفاقيات الأمان الحيوي الدولية:

أوصت اتفاقية التنوع البيولوجي (Convention on Biological Diversity- CBD) والتي إشتركت فيها (١٧١) دولة بضرورة عقد بروتوكول دولي للأمان الحيوي (International Biosafety Protocol) كأداة نظامية (قانونية) تحمي الشعوب من مضار ومخاطر منتجات التكنولوجيا الحيوية المحتملة وضمان الاستفادة من هذه التكنولوجيات في النمو الاقتصادي خاصة بالدول النامية وبذلك فإن مسئولية صياغة التنظيمات السياسية المتعلقة بهذه التكنولوجيات مازالت تقع على عاتق الحكومات الأعضاء نفسها، على أن تتحمل كل دولة مسئولية صياغة سياساتها العامة وأولوية استخدام التكنولوجيا الحيوية المناسبة، وموازنة المزايا المتوقعة مقارنة بالآثار السلبية المحتملة ولا يعني تجنب المخاطر عدم الاستفادة من هذه التكنولوجيات.

وعلى أثر المخاطر السابقة عقد البروتوكول الدولي للأمان الحيوي بمدينة كارتاجينا بكلومبيا في يناير عام ٢٠٠٠م ولذلك سمي البروتوكول بـ (بروتوكول كارتاجينا للأمان الحيوي Cartagena Biosafety Protocol) حيث إتفق ممثلي الدول الأعضاء على أن الاتفاق المبرم سيكون ساري المفعول إذا ما وقعت عليه (٥٠) دولة على الأقل مما يعني موافقة حكوماتها على الإلتزام بتطبيق الاتفاقية التي تضمنت عدداً وافراً من الموضوعات مثل تحديد المسئوليات وتوقيع التعويضات في حالة حدوث ضرر للبيئة أو للصحة العامة من جراء أي من الأغذية المعدَّلة وراثياً أو أحد مشتقاتها، وكتابة البيانات على المنتجات الغذائية الناشئة عن التحوّل الوراثي. ومن آليات التطبيق لتلك الاتفاقية قيام الدول بوضع دليل وطني للأمان الحيوي وبناء أطر عمل وطنية وإقليمية ودولية وتكوين الكفاءات النظامية (القانونية) والفنية اللازمة لنقل وتداول واستخدام الأغذية المعدَّلة وراثياً ومنتجاتها والكشف عنها وعن مشتقاتها. وفي ١٣ يونيو عام ٢٠٠٣م وقعت دولة بالاو "Palau" الاتفاقية مستكملة بذلك الخمسون دولة اللازمة لتطبيق الاتفاقية (والتي تتضمن معظم دول أمريكا الجنوبية وجنوب



شرق آسيا وأوربا). وبهذا تقرر العمل بالاتفاقية اعتباراً من ١١ سبتمبر عام ٢٠٠٣م، وذلك عملاً بالبند ٣٧ من الاتفاقية والذي ينص على أن يتم سريان العمل بالاتفاقية بعد مرور ٩٠ يوماً من توقيع الدول الخمسون عليها. وعلى أثر هذا التطور تقوم المنظمات الدولية للأمم المتحدة والكتل الاقتصادية المختلفة بمحاولة خلق إنسجام بين سياسات الدول الأعضاء بها وتوحيد آلياتها لتسهيل وتعظيم التجارة بين أعضائها على أساس الاتفاقات المبرمة في البروتوكول أو ما يتفق عليه أعضاء الكتلة الاقتصادية الواحدة أو أعضاء اتفاق متعدد الأطراف أو الاتفاقات الثنائية.

وفيما يختص بالغذاء، تقوم منظمة الأغذية والزراعة "FAO" بالتعاون مع منظمة الصحة العالمية "WHO" بتوفير منهج قياسي لمعايرة وتقييم الأمان الحيوي والمخاطر المرتبطة بالأغذية المعدَّلة وراثياً والناتجة من تطبيقات التكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية من خلال ما يسمى بالدستور الغذائي "Codex Alimantarius" والذي يضم في هيئاته خبراء معينون من قبل الحكومات يقومون بوضع المعايير والتوصيات المناسبة بشأن الأمان الحيوي. وتدرس هيئة الدستور الغذائي كذلك مسألة وضع البيانات على عبوات هذه الأغذية حفاظاً لحقوق المستهلكين في المعرفة والاختيار.

وتقدم منظمة الأغذية والزراعة "FAO" الدعم للدول الأعضاء فيما يتعلق بنظام تقويم المخاطر على أساس علمي حتى لا تستعمل المخاطر غير الفعلية كحاجز تجاري للواردات من الأغذية المعدَّلة وراثياً، بحيث يتم تحديد المنافع والمخاطر المحتملة بصورة موضوعية لكل حالة على حدة والذي قد يستوجب مبدأ الحذر استجابة لمشاعر القلق إيذاء السلامة الحيوية لكل منتج قبل الإفراج عنه ضماناً لسلامة الإنسان والحيوان والنبات والبيئة.

وفيما يختص بالبيئة: يقوم برنامج الأمم المتحدة للبيئة المعروف بال (United Nation Environment Program "UNEP") بالتعاون مع مرفق البيئة العالمي (Global Environment Facility "GEF") بتقديم العون للدول الأعضاء

وذلك منذ يونيو عام ٢٠٠١م لخلق إطار عمل وطني للأمان الحيوي والـذي يشـار إليـه اختصـاراً (National Biosafety Framework “NBF”) الذي امتد ليشمل (١١٧) دولة حتى الآن. ويهدف البرنامج إلى تمكين هذه الدول من تطبيق اتفاقية كارتاجينا للأمان الحيوي وخلق الكوادر الفنية والسياسات اللازمة لذلك وتسهيل تبادل المعلومات وشبكات الاتصال بين كل مَن يعنيهم الأمر داخل الدولة الواحدة. والجدير بالذكر أن الولايات المتحدة الأمريكية لم توقع اتفاقية كارتاجينا الدولية للأمان الحيوي ولم تعترف بها حتى الآن.

وعلى أثر هذه الاتجاهات بدأت كل دولة في وضع دليل وطني للأمان الحيوي وبناء أطر العمل وتكوين الكفاءات النظامية (القانونية) والفنية اللازمة لنقل وتداول واستخدام الأغذية المعدَّلة وراثياً ومنتجاتها والكشف عنها وعن مشتقاتها.

١٠. ٢. الدليل الوطني للأمان الحيوي (National Biosafety Guideline “NBG”):

يعتمد تحضير الدليل الوطني للأمان على اعتبارات دولية وإقليمية واتفاقيات ثنائية ومتعددة بين الدول والتي قد تتعارض مع المصالح الوطنية أحياناً لارتباطها بضغوط دولية سياسية أو اقتصادية. ويمكن تحديد هذه الاعتبارات فيما يلي:

أولاً: الآثار المترتبة على توقيع اتفاقية الجات (GATT) الدولية:

حيث أن الأمان الحيوي يمثل أحد أكبر الحواجز الفنية للتجارة فإنه يقع تحت مسئولية منظمة التجارة العالمية ”WTO“ للفصل في النزاعات الناشئة عن سلامة الغذاء وسلامة البيئة وحقوق الملكية الفكرية. وقد حرصت المنظمة على الوصول للعديد من الاتفاقيات الدولية للجوانب المختلفة لمسئولياتها وذلك لتخفيف حدة النزاع بين الدول الأعضاء وضمان تحرير التجارة من القيود الفنية. ومن أهم الاتفاقات التي انبثقت عن منظمة التجارة العالمية ما يلي:



١- الاتفاق على القيود الفنية للتجارة الدولية في مجال الأغذية المعدَّلة وراثياً:

إن الغالبية العظمى إن لم يكن كل الدول النامية تؤيد وتساند بروتوكول كارتاجينا الدولي للأمان الحيوي والذي يعتبر بمثابة ميزان عدل بين الدول النامية والدول المتقدمة في هذا الشأن لما تحتويه الاتفاقية عن وصف آليات لتقويم المخاطر وإعلام الدول المستوردة بذلك قبل التصدير مما يعطي الدول المستوردة فرصة لدراسة الآثار السلبية على صحة الإنسان والبيئة بما في ذلك الآثار الاقتصادية والاجتماعية ولا تهتم الاتفاقية فقط بمرور التجارة عبر حدود الدول بل أيضاً سلامة تداولها واستخدامها بعد الدخول. وتطالب الاتفاقية الدول المتقدمة بمطالب تعويضية مثل تدريب الكوادر والدعم المالي. وبهذا تتمكن الدول النامية أن تطالب بحقوقها في الموارد البيولوجية التي تستخدمها الدول المتقدمة وتحميها تحت مسمى قوانين الملكية الفكرية والذي يؤدي إلى حرمان الدول النامية من الاستفادة منها استفادة مباشرة.

٢- الاتفاق على تطبيق احتياجات الصحة وصحة النباتات.

٣- حقوق الملكية الفكرية والمرتبطة بالتجارة:

تشير الملكية الفكرية إلى أعمال الفكر الإبداعية والاختراعات وتنقسم إلى ثلاث فئات:

أ- الملكية الصناعية.

ب- حق المؤلف.

ج- الملكية البيولوجية.

ثانياً: التزامات بروتوكول الأمان الحيوي:

بعد أن تقرر تطبيق اتفاقية كارتاجينا للأمان الحيوي اعتباراً من ١١ سبتمبر عام ٢٠٠٣م، ما زالت (١٤٢) دولة لم توقع على الاتفاقية حتى الآن من إجمالي عدد الدول الداعية الذي يبلغ عددها (١٩٢) دولة. والجدير بالذكر أن الولايات المتحدة

الأمريكية والبنك الدولي كانوا وما زالوا من أشد المعارضين لهذه الاتفاقية والمعروفة باسم بروتوكول كارتاجينا. ومع أن الولايات المتحدة الأمريكية رفضت التوقيع على معاهدة التنوع البيولوجي "CBD" وبالتبعية أنها ليست إحدى دول الأعضاء لبروتوكول الأمان الحيوي إلا أنها تحضر جميع اجتماعاتها وشاركت في مفاوضاتها.

١٠. ٣. بروتوكول كارتاجينا للأمان الحيوي:

يتضمن البروتوكول مجموعة من النقاط الهامة يمكن تلخيصها فيما يلي:

١- المطالبة باتفاق معرفة مسبقة:

من أهم ما ورد في بروتوكول الأمان الحيوي هو فرض آليات لتصدير الأغذية المعدَّلة وراثياً ومنتجاتها على المصدرين قبل وصول المنتجات إلى الدول المستوردة وذلك عن طريق إرسال اتفاق مسبق "Advanced Informed Agreement "AIA للهيئات المعنية في الدول المستوردة لهذه الأغذية تأكيداً على سلامة الرسالة من المضار على الإنسان والبيئة.

٢- تحديد المسئوليات وتوقيع التعويضات:

في حالة حدوث ضرر للبيئة أو للصحة العامة من جراء أي من الأغذية المعدَّلة وراثياً أو أحد مشتقاتها فيكون من حق الدولة التي وقع عليها الضرر المطالبة بالتعويضات المناسبة – ولقد عارضت الولايات المتحدة الأمريكية والدول الأوروبية فرض التعويض الإجباري وذلك لصعوبة التأكد من وقوع الضرر.

٣- كتابة البيانات على المنتجات الغذائية الناشئة عن التحول الوراثي:

على الرغم من أن لجنة دستور الأغذية كودكس "Codex Alimantarius" منشغلة بوضع شروط لوضع البيانات على المنتجات الغذائية الناشئة عن التحور الوراثي فإن اتفاق الحواجز الفنية للتجارة "TBT" يسمح بتصنيف إجباري "Mandatory Labeling" فيما يتعلق فقط بطرق التصنيع والإنتاج وتصنيف اختياري "Voluntary Labeling" (أو ما يسمى بالتصنيف السلبي "Negative Labeling") وذلك بما



يخص ما لم يتم إضافته. ولا يسمح اتفاق الـ "TBT" بجعل التصنيف السلبي إجباري ومن وجهة النظر التي تتبناها الولايات المتحدة وكندا والتي تقول بأن الغذاء المُحوَّر وراثياً الشائع الاستعمال والذي يثبت سلامته وأمانه وبأنه مكافئ لمثيله التقليدي (غير المُحوَّر وراثياً) فإنه لا يحتاج إلى تصنيف أو توثيق ويجب أن يتبع في إجراءات تسويقه ما هو معمول به في أي من المنتجات الأخرى التقليدية وغير المُحوَّرة وراثياً حيث إن تلك الإجراءات الإضافية بخصوص توصيف تلك الأغذية ومنتجاتها يؤدي بالضرورة إلى زيادة أسعار تلك الأغذية مما يُحمِل المستهلكين أعباء إضافية أعلى ويثير القلق دون سبب فعلي. وتعتبر وجهت النظر هذه متحررة ولا تجد قبول خاصة عند دول الاتحاد الأوروبي والتي وصفتها بأنها غير علمية في حد ذاتها بما يخالف مبادئ منظمة التجارة العلميــة "WTO" المتعلقة بحرية التجارة. هـذا وقد تخطت دول الاتحاد الأوروبي الحدود الدولية المنصوص عليها في دستور الغذاء كودكس "Codex Alimantarius" وقد قام البرلمان الأوروبي بتأجيل فرض التوصيف وكتابة البيانات على كل المنتجات المُحوَّرة وراثياً. ولذلك فإن هناك خلاف عميق بين دول الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية تتلخص في أن الاتحاد الأوروبـي يؤمن بالمبدأ الوقائي للأمان الحيوي ويطالب بالتوصيف الإجباري في جميع الأحوال، في حين أن الولايات المتحدة الأمريكية تعتبر هذا إجراء غير مقبول ويتعلق بخلق عوائق فنية للتجارة. هذا وقد أثار استرخاء التشريعات الذي امتد إلى إزالة إجراءات الاختبارات الحقلية للأمان الحيوي حيث تكتفي الإدارة الأمريكية بإعلان العلماء عن نيتهم في إطلاق الكائنات المُحوَّرة وراثياً إلى الحقل ويُطلب من العلماء أن يتقدموا لوزارة الزراعة الأمريكية بالإعلان عن نيتهم من خلال مكتب خدمة فحص صحة الحيوان والنبات وليس هناك أي اعتبارات للهجن التي تنشأ عنها نتيجة التحوّر الجيني. وعلى وجه العموم فإن مستقبل التجارة العالمية في الكائنات والأغذية المُحوَّرة وراثياً ومنتجاتها سوف يجبر الدول أن تتبع إجراءات اتفاق المعرفة المسبقة "ATA" أو أن تكون لدي هذه الدول تشريعات تتماشى وروح الاتفاق والبروتوكول الدولي للأمان الحيوي.

٤- ضغوط مفروضة من قبل شركات التكنولوجيا الحيوية متعددة الجنسيات (الدولية):

تشترط الشركات الدولية على حكومات الدول التي تستضيف هذه الشركات على أراضيها أن تمنحها ترخيصاً بتسويق منتجاتها فيها وأن تطبق هذه الدول تشريعات الأمان الحيوي اللازمة وذلك حتى تقلل هذه الشركات احتمالات تحمل المسئولية وطلبات التعويضات لأي مضار للبيئة أو صحة الإنسان والتي قد تنجم عن الكائنات المُحوَّرة وراثياً أو منتجاتها. ونظراً لأن تشريعات الدول النامية حالياً لا تشمل تطبيقات التكنولوجيا الحيوية، فإن هذه الدول تجد صعوبة في إصدار تشريعات جديدة لما يلزمها من بنية أساسية وموارد مالية وبشرية متخصصة.

٥- ضغوط تفرضها العلاقات الثنائية المرتبطة بدعم أجنبي:

في الحالات التي يكون فيها الدعم الأجنبي مشروط بتوجيهه لخلق تشريعات وسياسات، وعادة ما يكون للدولة المانحة بُعد ثالث وهدف غير معلن لهذه المنح وتسمى هذه الحالة بصفقة الدعم من أجل التشريعات والسياسات. ولذلك فإن الاتفاقات الثنائية من هذا النوع تعرض الدول النامية لضغوط مفروضة بطبيعة صفقة المساعدة، فعلى سبيل المثال، تطلب وكالة الولايات المتحدة للتطوير الدولي والمعرفة اختصاراً "USAID" من الدول المستقبلة للدعم تقديم معايير تنظيمه قبل تقديم المساعدات لها لبناء الكوادر في التكنولوجيا الحيوية وبذلك تكون المساعدات مشروطة بدفع الدول النامية أن تقبل نقل سياسات وأفكار وتشريعات الدول المانحة حتى تستفيد من الدعم المقدم.



اا. الخلاصة والخاتمة:

لاشك بأن للمنتجات المُحوَّرة وراثياً محاسن ومساوئ ، فوائد وآثار قد تكون سلبية وهذه حال كل منتج جديد. فالتعامل المثالي والعقلاني إذن مع هذه المنتجات ليس بقبولها أو رفضها كلها، أو الوقوف معها أو ضدها، وإنما من الصواب أن يدرس الأمر حالة بحالة ولا يجوز تعميم الأحكام.

إن هذه المنتجات عديدة اليوم ومستخدمة في شتى مجالات الاقتصاد والتطور البشري: الزراعة، الصيدلة، المحافظة على البيئة.. بل والكثير منها مسوق ومستهلك من طرف الإنسان نفسه. فهل يحق لأحد مهما كان أن يحرم أمة أو شعباً من استعمالها فيما ينفع وخاصة إذا كانت الحاجة من غذاء أو دواء ماسة لذلك؟

فلكي تهدأ النفوس وترتاح الضمائر يجب إرساء قواعد سليمة لدراسة مثل هذه الأمور بعيداً عن الانفعال غير المبرر وبعيدا عن القيل والقال من طرف أو من آخر، ولن يتسنى ذلك إلا بإسناد الأمر لأهله مثلما هو الحال في الكثير من البلدان المتقدمة، كما يجب أيضا الابتعاد عن المغالاة والمزايدة في بعض الأمور بدون علم. ولتلافي ذلك، يجب الأخذ في الاعتبار ما يأتي:

- عدم الخلط بين المنتجات المُحوَّرة وراثياً ومشكلات الصحة الأخرى والناجمة عن ظواهر أخرى كمرض جنون البقر والديوكسين "dioxine" والهرمونات المستعملة في تسمين المواشي.
- المعاداة العمياء للمنتجات المُحوَّرة وراثيا بحكم أنها منتجة من طرف شركات عالمية مشبوهة ليس بالتفكير السليم لا علميا ولا أخلاقيا ولا يخدم حاجة الأمم من تلك المنتجات ولا التقدم العلمي والتكنولوجي.
- تصنيف المنتجات المُحوَّرة وراثياً ضمن المنتجات غير الطبيعية غير مقبول لأن كل الموروثات المستعملة حتى الآن طبيعية، ولكن يجب مراعاة الجوانب الأخلاقية في عملية التحوير وذلك احتراما لعادات الأمم وعقائدها.

- حدوث مشكلات صحية (تسمم، حساسيات..) مع عدد ضئيل من الأفراد لا يجب تعميمه على كل البشرية بدون دراسة علمية معمقة - تأخذ في اعتبارها الإحصاءات الدولية - ولأن ذلك كثيراً ما يحدث أيضا مع المواد الطبيعية. ولا يجب أن ننسى بأن الخطر- صفر غير ممكن في ظل تطور البشرية.
- الإنسانية لا تملك حتى الآن الرؤية العلمية اللازمة لإصدار أي حكم نهائي على المنتجات المُحوَّرة وراثياً، بل لا يمكن ذلك إلا على المدى البعيد، فأي تسرع لا يمكن أن يخدم أحداً. ألم تفرض البلدان الأوروبية حظراً ورقابة شديدة على هذه المنتجات لعدة سنين؟ وها هي قد بدأت في التخفيف منها عندما لم تجد المبررات العقلانية لذلك وخاصة لما علمت مدى تأخرها عن الركب العلمي في هذا المجال وما كان ذلك من عاداتها.
- الأخذ بعين الاعتبار ما يثيره بعض باحثي علم الاجتماع من أن خطر المنتجات المُحوَّرة وراثياً يخص البلدان النامية والفقيرة بحيث يمكن للشركات العالمية الكبرى أن تغريها في أول الأمر بهذه المنتجات لتفرض عليها هيمنتها فيما بعد، إما عن طريق استنزاف مواردها الوراثية بمقابل بخس أو حتى بغير مقابل أو عن طريق إغرائها بعض الوقت ببذور رفيعة الجودة، عالية الإنتاج وذات استعمال سهل، حتى توقع بها في التبعية الكاملة فتنقض عليها.

إن الكثير من العلماء متفقون حاليا على فحص المواد والمنتجات المُحوَّرة وراثياً حالة بحالة، فإذا ثبت أن أحدها يشكل خطراً حقيقياً ما تخلصوا منه وأوقفوا نشره، وحتى الشركات الكبرى مرغمة على ذلك مثل "Monsanto" التي سحبت منتجاتها الحاملة لموروث تعقيم البذور. وهم متفقون أيضا، في حالة عدم الترجيح بين الفوائد والمخاطر التي قد تنجم عن تلك المنتجات، على عدم التخلص منها بل حصرها في المختبرات ومواصلة البحوث في شأنها إلى أن يتم التأكد التام منها.

والأمر الذي لا يجب المماطلة فيه من طرف بلداننا هو إرساء الأنظمة (القوانين) الصارمة والواضحة المعالم في مجال التحوير الوراثي كما هو الشأن في البلدان



المتقدمة ، فبدونها لا يمكن للبحوث أن تتقدم في هذا الاختصاص، ولا للساسة أن يقرروا، ولا لمراكز المراقبة النوعية إن وجدت أن تراقب، ولا للمستورد أن يكون أمينا فيما يستورد. ومن المستحسن أن يتم وضع تلك القوانين بالتشاور مع البلدان المجاورة (إطار قانوني إقليمي) فالموروثات لا تعرف حدودا جغرافية وهي تنتقل عبر حبوب الطلع بكل الوسائل المتاحة من رياح وماء وطيور وحشرات وحتى عن طريق تنقلات الإنسان وما أكثرها في زماننا..

وأخيرا، وما دامت للمنتجات المُحوَّرة وراثيا منافع عديدة (دون نسيان سلبياتها) وما دامت أيضا مفروضة علينا ألا يجب التفكير وبجدية في وضع برامج بحوث في هذا المجال لتطوير مايمكن من منتجات مُحوَّرة تخدم مصالحنا الاقتصادية والبيئية ودون المساس بعاداتنا ومعتقداتنا، فأبواب العلم مفتوحة للجميع والله عزّ وجلّ يقول وهو أصدق القائلين: ﴿يا معشر الجن والإنس إن استطعتم أن تنفذوا من أقطار السماوات والأرض فإنفذوا لا تنفذون إلا بسلطان﴾ (الرحمن: ٣٣) والسلطان هنا هو العلم.

١٢. التوصيات:

الآن وقد صار إنتاج واستخدام الكائنات المعدَّلة وراثياً حقيقة واقعة في أنحاء مختلفة من العالم بما يحتمل أن يمثله ذلك من منافع وأيضاً من مخاطر على البيئة والتنوع الحيوي وصحة الإنسان فإنه يتحتم اتخاذ كافة الاحتياطات والإجراءات اللازمة من قبل الجميع لإحباط هذه المخاطر. هذا يقتضي على المستوي الوطني ما يلي:

١. إتمام عملية التوقيع على بروتوكول السلامة الحيوية مما يمكن المملكة أن تكون طرفاً في هذا البروتوكول، ويؤهلها للتمتع بأي دعم أو منافع ناتجة عن ذلك، خاصة في مجال بناء القدرات.

٢. الشروع في تنفيذ عملية توعية متكاملة وتشمل الدراسة والتعريف بمحتويات بروتوكول السلامة الحيوية ومسودة النموذج الدولي للنظام الوطني حول السلامة في التقنية الحيوية.

٣. صياغة مقترح متكامل لبناء القدرات في هذا المجال ومن ثم تقديمه للجهات المختلفة محلياً وخارجياً مثل برنامج الأمم المتحدة للبيئة وسكرتارية اتفاقية التنوع الحيوي.

٤. أن يتم إصدار قرار من الجهات المختصة بإيقاف إدخال أي من الكائنات المعدَّلة وراثياً أو منتجاتها للبلاد قبل صياغة وإنفاذ نظام (قانون) وطني متكامل حول السلامة الحيوية.

٥. الشروع في تكوين لجان مؤسسية في الجهات ذات الصلة ولجنة عامة حول موضوع السلامة الحيوية.

٦. الشروع من خلال أنشطة مختلفة في صياغة النظام (القانون) الوطني في هذا المجال آخذين في الاعتبار المسودة الدولية والبروتوكول.

٧. مراجعة القوانين في مجالات الحجر الزراعي والمبيدات والبذور والصناعة والصيدلة والموارد الطبيعية والبيئة وتطوير القوانين بحيث تستوعب المستحدث



في مجال الكائنات المُحوَّرة وراثياً وتنظيم دخولها واستعمالها.

هناك عدد من التوصيات المحددة التي تمثل برنامجاً يجب العمل على تنفيذه، خصوصاً فيما يخص تقييم الآثار البيئية، وتطوير التشريعات وبناء القدرات المؤسسية والفنية وغيرها.

تقييم الآثار البيئية:

* إدراج الأحياء والمنتجات المُحوَّرة وراثياً ضمن برامج تقييم الأثر البيئي.
* ضرورة وضع وتطوير الآليات لدراسة الآثار المحتملة لهذه الأحياء والمنتجات على صحة الإنسان والحيوان والبيئة.
* التعامل مع هذه الأحياء والمنتجات حالة بحالة حسب خصوصياتها، وحسب الظروف البيئية في كل دولة.

التشريعات:

* مراجعة أنظمة (قوانين) مراقبة الجودة والحجر الزراعي والبيطري والصحي بما يتماشى مع المستجدات والاتفاقيات الإقليمية والدولية في مجال الأحياء والمنتجات المُحوَّرة وراثياً مع دعوة الدول إلى الإسراع في تكوين لجان وطنية متخصصة في مجال السلامة الحيوية، ووضع السياسات والتشريعات المتخصصة المناسبة للتعامل مع هذه الأحياء والمواد.
* ضرورة مراعاة الخصوصيات العربية الأخلاقية والثقافية والدينية والاجتماعية عند وضع التشريعات المتعلقة بالأحياء والمنتجات المُحوَّرة وراثياً.

الاتفاقيات الإقليمية والدولية:

* حث الدول العربية على المصادقة على الاتفاقيات والمعاهدات الإقليمية والدولية ذات الصلة والتي تتماشى مع الثوابت والمصالح الوطنية، وكذلك اتخاذ الإجراءات التنفيذية اللازمة.

بناء القدرات البشرية والمؤسسية:

* ضرورة بناء وتعزيز القدرات البشرية والمؤسسية وتعزيز التعاون والتنسيق بين المؤسسات والمراكز والمنظمات المتخصصة وطنياً وإقليميا ودولياً لوضع وتنفيذ برامج تدريبية في المجالات المتعلقة بالأحياء والمنتجات المُحوَّرة وراثياً بما فيها البحثية، ورصد وتقييم الآثار البيئية ومراقبة الجودة والصلاحية.
* إرساء وتعزيز وتوحيد النظم العربية الخاصة بالتفتيش والكشف عن الأحياء والمنتجات المُحوَّرة وراثياً.
* التأكيد على ضرورة إنشاء بنوك الأصول الوراثية العربية وطنياً وشبه إقليمياً وإقليمياً كمصادر مرجعية ووراثية (جينية) لبرامج التحوير الوراثي.

البحث العلمي:

* تحفيز الدول العربية على إقامة ودعم مشاريع بحثية وطنية وإقليمية في مجال التحوير الوراثي، وذلك بغرض تحويل وتوطين التكنولوجيات ذات العلاقة.
* توحيد الجهود وتحديد الأولويات وتكامل البرامج البحثية العربية في المجالات المتعلقة بالمنتجات المُحوَّرة وراثياً تفادياً للازدواجية والتكرار.
* تبادل التجارب والخبرات بين المؤسسات والمراكز البحثية ذات الصلة في الوطن العربي.

الربط الشبكي والمعلوماتي:

* إنشاء نظم معلوماتية متخصصة حول الأحياء والمنتجات المُحوَّرة وراثياً مع الاستفادة من التجارب المتوفرة وتسهيل تبادل المعلومات بين المؤسسات والهيئات ذات الصلة على صعيد الدول العربية.
* إنشاء منتديات عربية متخصصة لتبادل الآراء والخبرات حول الجوانب المختلفة للتحوير الوراثي والتقنية الحيوية.
* إعداد دلائل إرشادية حول كيفية التعامل مع أو تداول الأحياء والمنتجات المُحوَّرة وراثياً.



الإعلام والتوعية:

* إعداد برامج ووسائل إعلامية موجهة لمختلف الفعاليات والشرائح الاجتماعية حول الجوانب المختلفة للأحياء والمنتجات المُحوَّرة وراثياً.

التنسيق والتكامل العربي والإسلامي:

* التنسيق والتعاون بين الدول العربية والإسلامية في المجالات المتعلقة بالأحياء والمنتجات المُحوَّرة وراثياً.
* التنسيق عربياً وإسلامياً في مجال وضع مقاييس ومصطلحات ومفاهيم موحدة في إطار تنظيمي وتشريعات مناسبة للأحياء والمنتجات المُحوَّرة وراثياً.

التجارة والتداول وحقوق الملكية الفكرية:

* وضع أسس موحدة لتنظيم تجارة وتداول الأحياء والمنتجات المُحوَّرة وراثياً في المنطقة العربية والإسلامية.
* حث الدول العربية والإسلامية على اتخاذ الإجراءات اللازمة لضمان حقوق الملكية الفكرية للأنواع والمواد المُحوَّرة وراثياً في الوطن العربي.

١٣. المراجع:

المراجع العربية:

- الرميحي، دكتور محمد (١٩٨٦) – الوراثة والإنسان (أساسيات الوراثة البشرية والطبية)، عالم المعرفة (رقم ١٠٠): إصدار المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب- الكويت.
- فريسكو، السيدة لويس (Louise O.Fresco) المدير العام المساعد لمصلحة الزراعة في منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة - المحاصيل المُحوَّرة وراثياً - أضواء كاشفة. موقع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة على شبكة المعلومات الدولية (باللغة العربية).
- الصالح، ع.ب.ع. (١٩٩٠) - الهندسة الوراثية - أساسيات عملية، الناشر - مكتبة التربية العربى لدول الخليج، الرياض.
- يوسف، م.ك.إ، الفيشاوى، ف.أ. (١٩٨٧ أ) - الهندسة الوراثية الطبية ومستقبل الإنسانية - نشرة تكنولوجية رقم (٨)، الناشر - جامعة أسيوط - أسيوط.
- يوسف، م.ك.إ، الفيشاوى، ف.أ. (١٩٨٧ ب) - تطبيقات الهندسة الوراثية فى الصناعات الغذائية، نشرة تكنولوجية رقم (٩)، الناشر - جامعة أسيوط - أسيوط.
- يوسف، م.ك.أ، الفيشاوى، ف.أ (١٩٨٧ ج) - الاتجاهات الحديثة لإنتاج البروتينات من المشتقات البترولية بواسطة الميكروبات المعدَّلة بالهندسة الوراثية - نشرة تكنولوجية رقم (١١)، الناشر - جامعة أسيوط - أسيوط.
- هيئة الدستور الغذائي ٢٠٠٣ – الموضوع – الأغذية المعاملة بالتقانة الحيوية.



المراجع الأجنبية:

- Altpeter, F.; Baisakh, N.; Beachy, R.; Bock, R.; Capell, T.; Christou, P.; Daniell, H.; Datta, K.; Datta, S.; Dix, P.J.; Fauquet, C.; Huang, N.; Kohli, A.; Mooibroek, H.; Nicholson, L.; Nguyen, T.T.; Nugent, G.; Raemakers, K.; Romano, A.; Somers, D.A.; Stoger, E.; Taylor, N.; Visser, R. (2005) Particle bombardment and the genetic enhancement of crops: myths and realities. Mol Breed 15:305–327.

- Anon.(2000a)): IFT Expert Report on Biotechnology and Foods, Feed Technology, Vol. 54, No. 8.

- Anon.(2000b): IFT Expert Report on Biotechnology and Foods, Feed Technology, Vol. 54, No. 9.

- Astwood, J.D; Leach, J. N. and Fuchs, R. L., (1996), Stability of food allergens to digestion in vitro. Nature Biotechnol., 14: 1269 - 1273.

- Barbault, R.; Sastrapradja'S. (1995): Generation, Maintenance and Loss of Biodiversity. In: Heywood V.H. & Watson R.T. (eds.), Global Biodiversity Assessment. United Nations Environment Programme, Cambridge.

- Barbier, E.B.; Burgess, J.C.and Folke, C. (1994a): Paradise Lost? The Ecological Economics of Biodiversity. Earthscan, London.

- Brown, K.S.and Brown, G.G. (1992): Habitat alteration and species loss in Brazilian rainforests. In: Whitmore & Sayer (eds.) Tropical Deforestation and Species Extinction..

- Ceccarellia, S.; Valkouna, J.; Erskinea, W.; Weiganda, S.; Millera, R.; Van Leur, J.A.G. (1992) Plant genetic resources and plant improvement as tools to develop sustainable agriculture. Exp Agric 28:89-98.

- Donaldson, L. and May, R. (1999): Health implications of genetically modified foods. Dept. of Health. WWW doh. gov UK / Pub / docs / doh /gm Food. pdf.

- FAO/WHO, (2000): Safety aspects of genetically modified foods of plant origin. Report of joint FAO/WHO Expert Consultation on Foods Derived from Biotechnology. Food and Agricultural Organization of the United Nation and World Health Organization. WHO, Geneva, Switzerland.

- FDA, (1992): Statement of ploicy: Foods derived from new plant varieties, Food and Drug Admin., Fed. Reg. 57: 22984.
- Goyal,A.;Bhowmlk,P.K.and Bosu,S.K.(2009): Minichromosomes:The second generation genetic engineering tool.Plant Omics Journal, 2(1):1-8.
- Helfe, S.L.; Nordlee, J.A. and Taylor, S.L. (1996), Allergic foods, Crit. Rev. Food Sci Nutr., 36: 569 - 589. -IFBC (1990): Biotechnologies and Foods: Assuring the of Food Produced by gentic modification. In Food Biotechnology Council Regulatory Toxicol. Pharmacol., 12 (3): Part 2.
- Heller, K.J. (2006): Genetically Engineered Food, Method and Detection, 2nd, Revised and Enlarged end, (Wiley – VCH Verlag GmbH & Co. KGaA).
- Kikkert, J.R.; Vidal, J.R.and Reisch, B.I. (2004) Stable transformation of plant cells by particle bombardment/biolistics. In: L. Peña (ed) Transgenic plants: methods and protocols, Humana Press Inc., Totowa, NJ, pp 61-78.
- Klein, T.M.; Arentzen, R.; Paul Lewis, A.and Fitzpatrick- McElligott, S. (1992) Transformation of microbes, plants and animals by particle bombardment. Nat Biotech 10:286-291.
- Metcalfe, D.D.; Astwood, J.D.; Townsend, R.; Sampson, H. A.; Taylor, S.L., and Fuchs, R.L. (1996). Assessment of the allergenic potential of food derived From genetically engineered crop plants, crit. Rev. Food Sci. Nutr., 36: 5165 - S 186.
- Miraglia, M.; Onori, R.; Brera, C. and Cava, E. (1998); Safety assessment of genetically modified food products: An evaluation of developed approaches and methodologies, Microchem. J. 59: 154 - 159.
- Opabode, J.T. (2006) Agrobacterium-mediated transformation of plants: emerging factors that influence efficiency. Biotech Mol Biol Rev 1:12-20.
- Taylor, S. L. and lehrer, S. B. (1996): principles and characteristics of food allergens. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 36: S 91 - S 118.
- UNEP (1992): Convention on Biological Diversity.
- Zitnak, A. and Johnston, G. R. (1970): Glycoalkoloid content of B 5141-6 Potatoes, Am. potato J., 47: 256-260

رقم الإيداع: ١٤٣١/٥٤٠

ردمك: ٧-٤٤-٨٠٠٨-٦٠٣-٩٧٨